

## SEDIMENTASI DAN MODEL TERUMBU FORMASI RAJAMANDALA DI DAERAH PADALARANG - JAWA BARAT

M. Safei Siregar\*

M. Safei Siregar (2005), Sedimentasi Dan Model Terumbu Formasi Rajamandala di Daerah Padalarang-Jawa Barat, RISSET- Geologi dan Pertambangan, Jilid 15 No. 1 Tahun 2005, hal 61 - 81, 10 gambar, 26 foto.

**Abstract:** The Rajamandala Formation which is distributed in Cikamuning – Sangiangtikoro area west of Bandung can be divided in two units rocks namely the Limestone Member and the Clay-Marl Member. The formation was deposited in Late Oligocene to Early Miocene. The Limestone Member shows excellent exposures, and several facies associated with coral reefs can be recognized within these carbonates.

Three facies i. e. planktonic packstone facies, *Lepidocyclina* packstone facies and rudstone facies were developed in a reef front (toe of slope and reef slope) environment. In the boundstone facies forming the core of the reef, three subfacies including framestone subfacies, bafflestone subfacies and bindstone subfacies are recognized. The boundstone facies was deposited in the reef crest to reef flat environment. The *Milliolid* packstone facies was deposited in various environments including surge channel, lagoon and back reef. The carbonate rocks of Rajamandala Formation are interpreted to represent a barrier reef extending in ENE – WSE direction with the reef front and basin towards the North.

**Sari:** Formasi Rajamandala yang tersebar di daerah Cikamuning – Sangiangtikoro sebelah barat Bandung dibagi menjadi dua satuan batuan yaitu Anggota Batugamping dan Anggota Lempung-Napal. Formasi ini terbentuk pada Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Anggota Batugamping memperlihatkan singkapan yang sangat bagus dan beberapa fasies yang berkaitan dengan terumbu koral dapat dikenali dalam batuan karbonat ini.

Tiga fasies yaitu fasies planktonic packstone – wackestone, fasies *Lepidocyclina* packstone dan fasies rudstone berkembang di lingkungan muka terumbu (toe of slope dan reef slope).

Fasies boundstone membentuk inti terumbu dalam mana tiga subfasies seperti subfasies framestone, subfasies bafflestone dan subfasies bindstone ditemukan. Fasies boundstone diendapkan pada reef crest sampai reef flat. Fasies *Milliolid* packstone diendapkan pada beberapa lingkungan termasuk surge channel, lagoon dan back reef.

Batuan karbonat Formasi Rajamandala ditafsirkan sebagai barrier reef berarah ENE – WSE dengan bagian muka terumbu dan cekungan berada di bagian utara.

### PENDAHULUAN

Formasi Rajamandala tersingkap luas di daerah Padalarang-Jawa Barat, mulai dari daerah Cikamuning (Tagogapu) di bagian timur sampai Saguling di bagian barat (Gambar 1). Batugamping dari formasi ini menjadi bahan tambang bagi berbagai industri yang tersebar di

daerah ini seperti industri teraso, ubin, perabotan rumah dan hotel, tepung kalsit, pupuk dan sebagainya. Aktivitas penambangan telah membuka sebagian besar singkapan di daerah ini yang memudahkan akses penelitian. Namun sebaliknya sebagian besar dari singkapan-singkapan yang bagus dan penting bagi ilmu pengetahuan kebumiharian sangat cepat hilang,

\*Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI

Kata kunci: sedimentasi, model terumbu, formasi Rajamandala

sehingga singkapan-singkapan kunci untuk petunjuk lingkungan pengendapan terutama dalam bentuk etsa alami sekarang ini sudah sulit ditemukan.

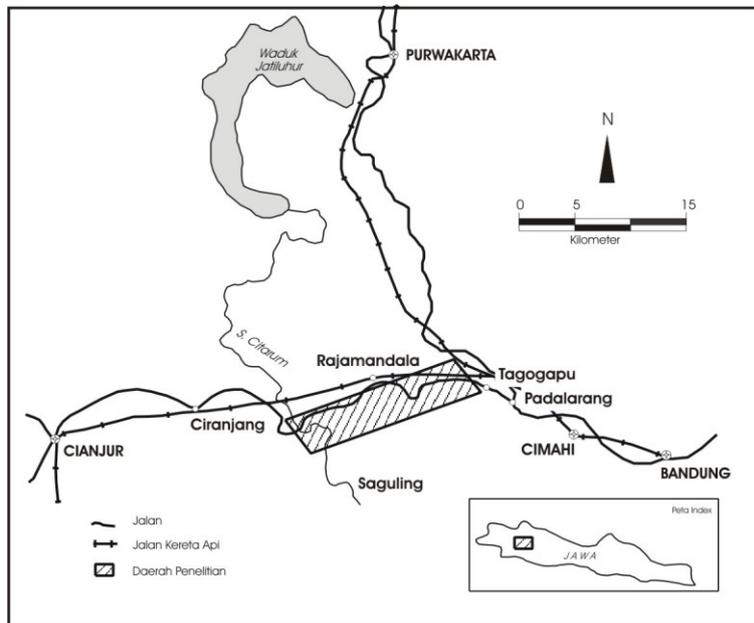
Sejak tahun 1980, penulis telah mulai melakukan penelitian di daerah ini dan mendokumentasikan singkapan-singkapan penting dilapangan secara bertahap. Bagian dari penelitian ini telah pernah dipublikasikan oleh Siregar M.S. (1984) dan Koesoemadinata R.P. dan Siregar, S. (1984). Makalah ini adalah laporan keseluruhan dari hasil penelitian yang penulis lakukan pada Formasi Rajamandala.

Metoda penelitian yang dilakukan adalah pengenalan dan pemetaan detil terhadap fasies-fasies penyusun Batugamping Formasi Rajamandala, mencari singkapan-singkapan dengan etsa alami yang bagus, pengukuran penampang-penampang stratigrafi, pengambilan contoh-contoh batuan, pengamatan petrografi dan potongan poles (polish slab) dan analisis paleontologi. Jenis-jenis fasies, sebaran dan lingkungan pengendapannya digunakan untuk merekonstruksi model terumbu Formasi Rajamandala.

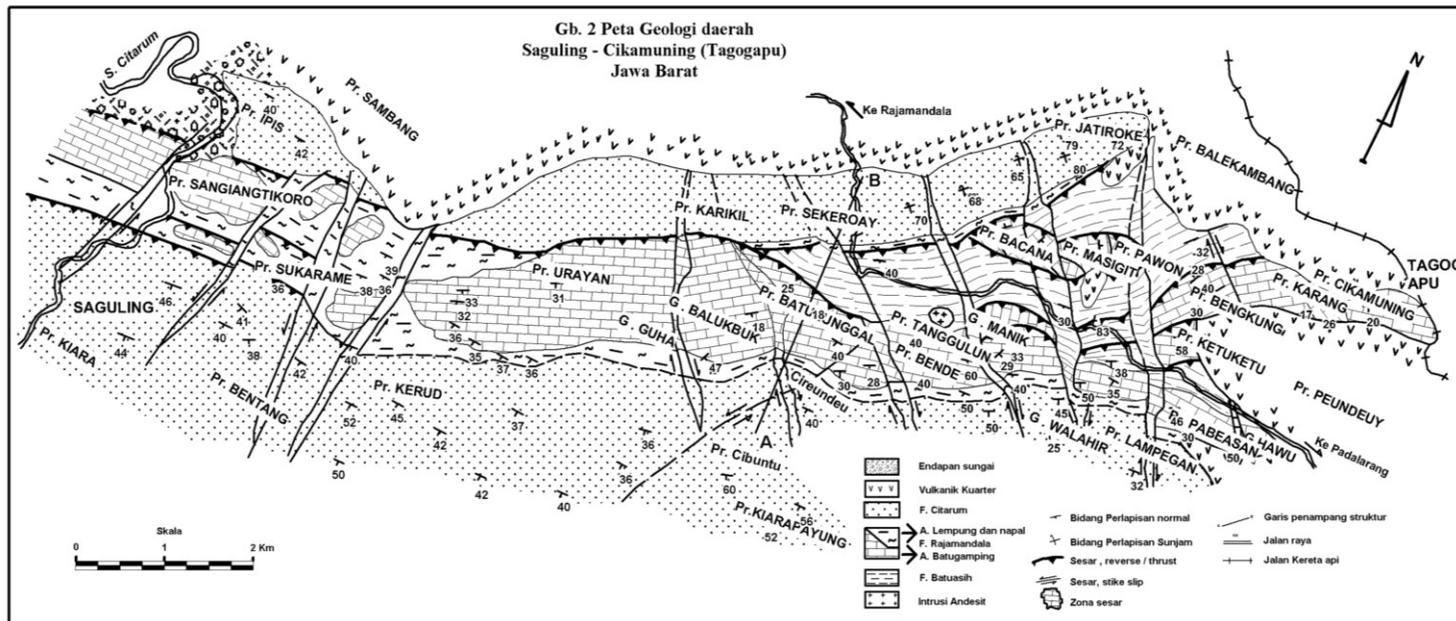
## GEOLOGI UMUM

Batugamping Formasi Rajamandala di daerah Padalarang, Jawa Barat telah cukup lama mendapat perhatian dari kalangan geologiawan maupun paleontolog. Publikasi tentang geologi, stratigrafi, maupun paleontologi (foraminifera dan koral) dari daerah ini telah ditulis oleh Harting (1929), Zwierzycki dan Koolhoven (1936), Kupper (1941), dan Van Bemmelen (1949). Pemetaan Geologi secara regional dilakukan oleh Sudjarmiko (Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, 1972), sedang keberadaan Formasi Rajamandala dalam perkembangan evolusi geologi Jawa Barat telah dibahas oleh Mortodjojo (1984). Dalam mempelajari sedimentasi dan model pembentukan Batugamping Formasi Rajamandala, penulis telah melakukan pemetaan geologi detil pada daerah seluas 15 x 5 Km<sup>2</sup> dengan perhatian utama pada sebaran batugamping (Gambar 2).

Formasi Rajamandala tersebar membentuk perbukitan rendah berketinggian antara 400-900 meter diatas permukaan laut.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

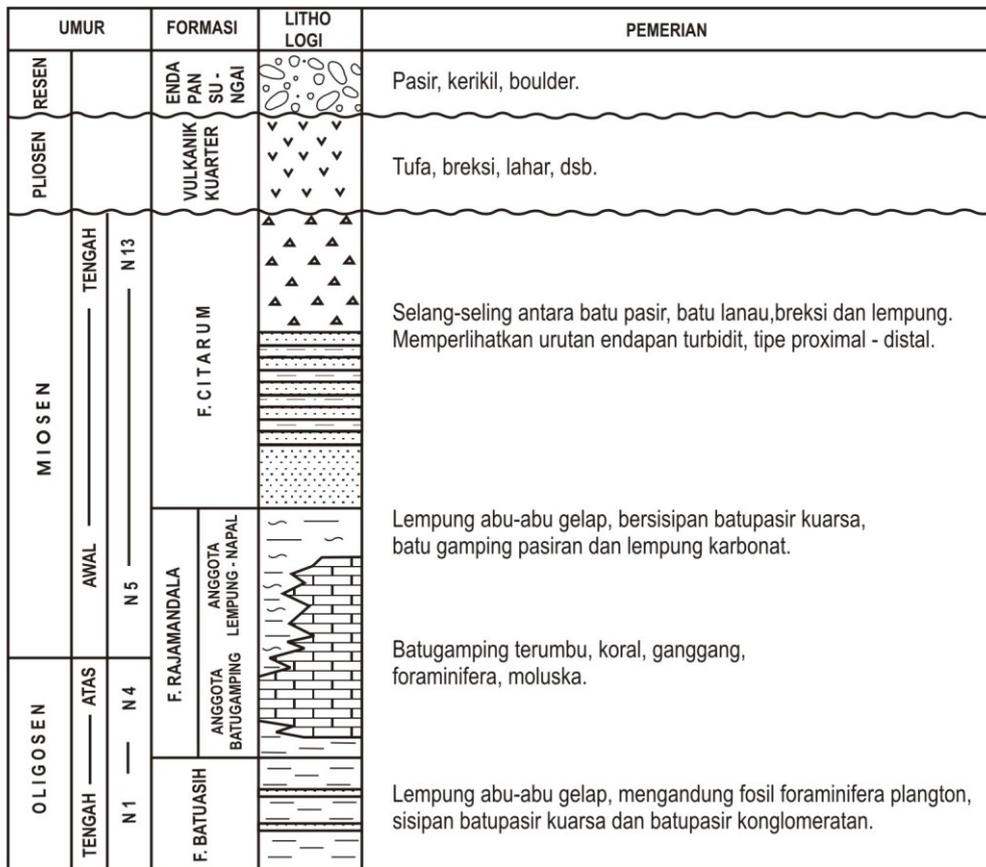


**Gambar 2.** Geologi Daerah Saguling – Cikamuning (Tagogapu), Jawa Barat.

Di bagian barat, morfologi kars yang terbentuk pada batu-gamping ini masih utuh sedang di bagian timur (Pr. Cikamuning, Pr. Bengkung, G. Hawu, Pr. Lampegan, Pr. Bende dan Pr. Tanggulun) sudah rusak oleh aktivitas penambangan. Pemetaan detil yang dilakukan di daerah ini menghasilkan susunan stratigrafi seperti diperlihatkan dalam Gambar 3. Satuan tertua adalah Formasi Batuasih, disusun terutama oleh lempung dengan sedikit sisipan batupasir kuarsa dan batupasir konglomeratan. Singkapan formasi ini secara setempat-setempat dapat diamati di utara Pr. Batununggal – Tanggulun Manik dan juga di sebelah utara Pr. Masigit-Pawon-Bengkung. Analisis paleontologi yang dilakukan pada beberapa contoh lempung yang diambil dari formasi ini menghasilkan fora-

minifera plangton *Globigerina ouachitaensis* Howe & Wallace, *Globigerina yeguaensis* Weinzierl & Applin, *Globigerina prasaepis* Blow, *Globigerina tripartita* Koch, *Globigerina sellii* (Borsetti), *Globigerina ampliapertura* Bolli, *Globigerina ciperoensis* Bolli, *Globorotalia increbescens* Bandy, dan *Globorotalia opima nana* Bolli. Kumpulan foraminafera plangton ini menunjukkan kisaran umur Oligosen Tengah atau Zona N1 dari Blow (1969).

Foraminifera bentos yang ditemukan dalam contoh-contoh batuan Formasi Batuasih yang diambil dari sebelah utara dan selatan Pr. Pawon dan Pr. Masigit adalah *Eponides sp.*, *Bathysiphon sp.*, *Bolivina sp.*, *Epistomina sp.*, *Haplophragmoides sp.*, *Gyroidina sp.*, *Pullenia sp.*, *Textularia sp.*, dan *Plectofrondicularia sp.*



Gambar 3. Susunan stratigrafi daerah Rajamandala.

Nampaknya terdapat percampuran fauna laut dangkal (*Bathysiphon sp.* dan *Haplophragmoides sp.*) dan laut dalam (*Gyroidina sp.* dan *Plectofrondicularia sp.*) pada kumpulan fosil ini. Hal ini dapat dijelaskan karena Formasi Batuasih terbentuk pada lingkungan yang sangat bervariasi (delta), dalam mana pelengseran-pelengseran batuan berlingkungan dangkal ke tempat yang lebih dalam bisa terjadi.

Formasi Rajamandala terletak selaras di atas Formasi Batuasih. Formasi ini terdiri dari dua anggota yaitu Anggota Batugamping dan Anggota Lempung dan Napal. Hubungan kedua anggota adalah jari-jemari. Anggota Batugamping Formasi Rajamandala akan dijelaskan secara tersendiri pada pembahasan selanjutnya. Di bagian timur daerah penelitian Anggota Lempung dan Napal Formasi Rajamandala tersingkap dalam sebaran yang sangat sempit, didominasi oleh batuan napal dan menutup secara selaras anggota Batugamping Formasi Rajamandala. Batuan napal ini terdapat dibagian selatan mulai dari G. Guha sampai Pr. Pabeasan, sedang dibagian utara tersebar di sekitar Pr. Sakeroy-Pr. Jatiroke. Di sebelah barat yakni di sekitar Pr. Sukarame dan Sangiangtikoro anggota ini tersingkap lebih luas. Batuannya didominasi oleh lempung berwarna abu-abu bersisipan lempung karbonan, batupasir kuarsa dan batugamping pasir. Dari contoh batuan napal yang diambil dari selatan G. Balukbuk didapatkan fosil foraminifera plankton yaitu *Catapsydrax stainforthi* Bolli, Loeblich & Tappan, *Globigerina praebulloides* Blow, *Globorotalia obesa* Bolli, *Globorotalia scitula* (Brady), *Globigerinoides subquadratus* Bronniman, *Globigerinoides primordius* Blow & Banner, *Globigerinoides trilobus* (Reuss), dan *Globigerinoides immaturus* Le Roy. Kumpulan fosil ini ditafsirkan berumur Miosen Awal.

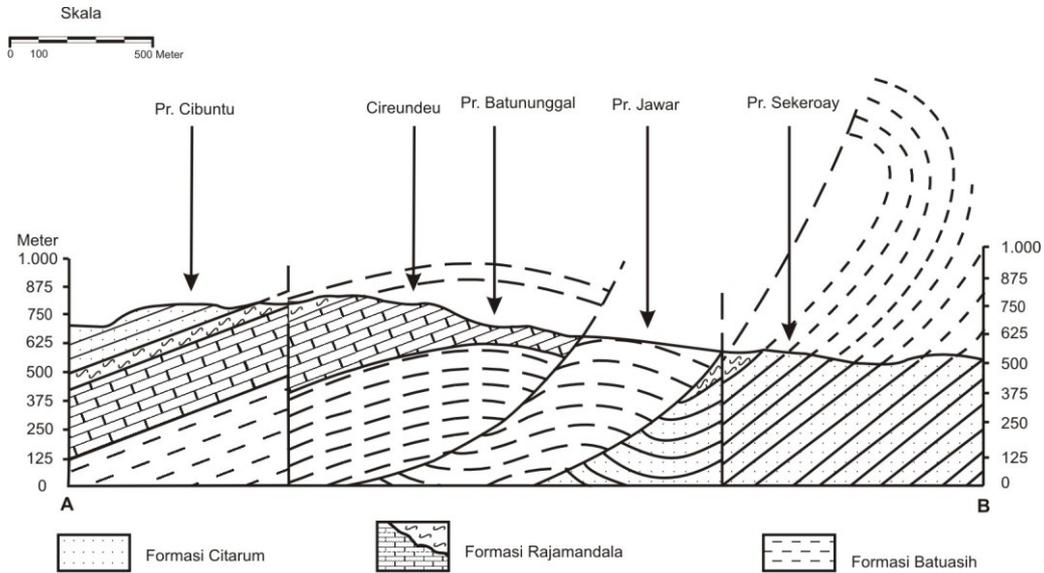
Formasi Citarum menutup selaras Formasi Rajamandala. Formasi ini terdiri dari selangseling batupasir graywacke, breksi vulkanik dan serpih hitam. Pada batupasir banyak ditemukan struktur sedimen “graded bedding” “parallel lamination” dan “convolute lamination”. Formasi Citarum ditafsirkan terbentuk sebagai endapan “turbidite” yang dipengaruhi aktivitas vulkanik berumur mulai dari bagian atas Miosen Bawah

sampai Miosen Tengah. Batuan vulkanik berumur Kuartar berupa tufa dan breksi menutup secara tidak selaras Formasi Citarum. Batuan intrusi andesit berumur Pleistosen menerobos batuan-batuan lebih tua seperti yang tersingkap di sekitar daerah Tanggulun. Satuan yang paling muda adalah endapan sungai yang terdapat di aliran sungai Citarum.

Secara keseluruhan struktur geologi daerah penelitian sangat rumit. Di bagian selatan, arah bidang perlapisan umumnya konstan yaitu ENE-WSE dengan sudut berkisar antara 25°-60°. Di bagian tengah terutama pada sebaran Batugamping Formasi Rajamandala, arah bidang dan sudut perlapisan menjadi lebih kompleks. Hal ini ditafsirkan sebagai akibat sesar naik yang berarah relatif ENE-WSE dan sesar “strike slip” NW-SE. Van Bemmelen (1949) menafsirkan keberadaan Pr. Bancana-Pr. Masigit-Pr. Pawon yang sebarannya terpisah dari tubuh utama batugamping dibagian selatan adalah sebagai akibat proses “gliding”. Dalam penelitian Formasi Rajamandala, fasies karbonat yang terdapat di Pr. Bancana – Pr. Masigit – Pr. Pawon masih berkaitan dan merupakan perubahan normal dari fasies batugamping yang berada dibagian selatannya. Di bagian utara, dalam sebaran Formasi Citarum ditemukan lapisan-lapisan terbalik (sunjam) pada lapisan-lapisan batupasir dengan sudut perlapisan berkisar antara 60°-80°. Data ini menunjukkan bahwa telah terjadi perlipatan yang cukup kuat disebabkan oleh tekanan dari arah selatan. Rekonstruksi struktur geologi daerah ini diperlihatkan dalam Gambar 4 (garis penampang lihat Gambar 2).

#### FASIES BATUGAMPING FORMASI RAJAMANDALA

Pengenalan dan pembagian fasies karbonat Formasi Rajamandala dilakukan terutama berdasarkan penelitian lapangan dibantu dengan pengamatan laboratorium (sayatan tipis dan potongan poles). Klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi Dunham (1962) dan Embry-Klovan (1971). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran Batugamping Formasi Rajamandala dapat dibagi menjadi beberapa fasies.

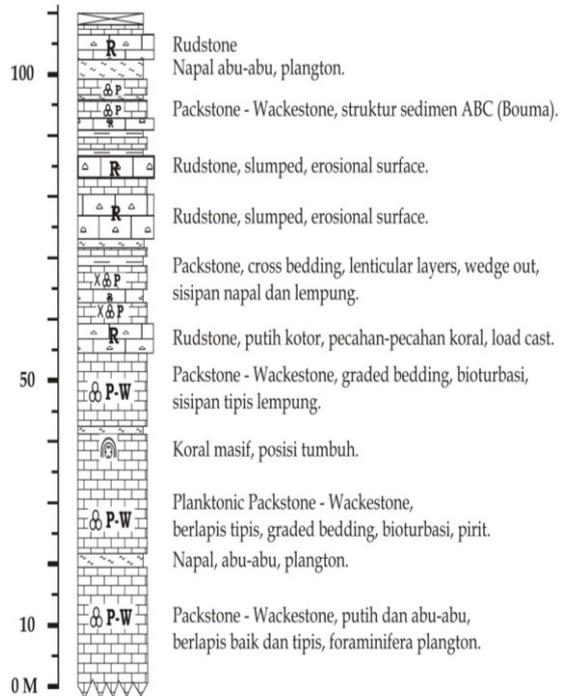


Gambar 4. Penampang struktur geologi melalui Pr. Batununggal – Sekeroay.

**1. Fasies “ Planktonic Packstone-Wackestone”**

Fasies ini disusun oleh batugamping bertekstur packstone – wackestone, berwarna abu – abu, berlapis baik, dengan tebal lapisan mulai dari beberapa sentimeter sampai 0,5 meter. Butiran bioklastik yang paling banyak dalam batuan ini adalah foraminifera plangton. Selain itu juga ditemukan foraminifera besar, foraminifera bentos, potongan-potongan koral dan ganggang merah. Penampang stratigrafi terbaik dari fasies ini terdapat di daerah Cikamuning (Gambar 5). Struktur sedimen yang banyak ditemukan dalam batuan packstone adalah “graded bedding” (Foto 1), “parallel lamination” dan “cu-rrent ripple lamination” (Foto 2). Selain itu juga terdapat bentuk-bentuk lapisan “wedge out”, “lenticular layers” dan “cross bedding” (Foto 3).

Bioturbasi teruama pada bidang permukaan lapisan banyak ditemukan. Mineral pirit dalam bentuk kristal-kristal halus didapat dalam beberapa lapisan packstone-wackestone. Lapisan lapisan napal dan lempung berwarna abu-abu gelap, tebal 10-30 cm., mengandung banyak foraminifera plangton terdapat sebagai sisipan dalam fasies ini (Foto 4).



Gambar 5. Penampang Stratigrafi Terukur Pr. Cikamuning.



Foto 1. Graded bedding pada lapisan packstone di daerah Cikamuning.



Foto 4. Sisipan lapisan-lapisan napal dan lempung dalam fasies planktonic packstone-wackestone.



Foto 2. Parallel lamination (bagian bawah) dan current ripple lamination (bagian atas).



Foto 3. Singkapan fasies planktonic packstone-wackestone di Cikamuning dalam mana didapatkan struktur sedimen cross-bedding, bentuk-bentuk lapisan wedge out dan lenticular.

Di beberapa tempat terdapat koral masif (soliter) yang masih dalam posisi tumbuh berdiameter 30-50 cm. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa packstone disusun oleh cangkang-cangkang foraminifera plangton (*Globigerina*, *Globigerinoides*, dan *Globorotalia*) foraminifera besar, bentos, fragmen koral dan ganggang merah. Butiran-butiran ini terlihat mengambang dalam matriks lumpur karbonat (Foto 5 dan 6). Pada batugamping wackestone butiran penyusunnya adalah cangkang-cangkang plangton dan bentos. Pemeriksaan paleontologi pada contoh-contoh batuan napal dan lempung dari daerah Cikamuning menunjukkan bahwa jumlah foraminifera plangton sangat berlimpah dibanding dengan bentos (pelagic ratio >80%). Fosil foraminifera plangton yang didapatkan ada-

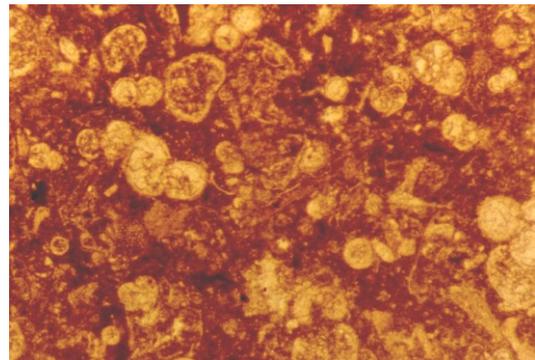


Foto 5. Sayatan tipis planktonic packstone memperlihatkan fosil foraminifera plangton (*Globigerina* sp., *Globorotalia* sp.).

lah *Globigerina ciperoensis* Bolli, *Globigerina venezuelana* Hedberg, *Globigerina glavisi* Bermudez, *Globigerina sellii* (Borsetti), *Globigerina binaensis* Koch, *Globigerina tripartita* Koch, *Globigerina officinalis* Subbotina, *Globigerinoides primordius* Blow & Banner, *Globigerinoides subquadratus* Bronnimann, *Globorotalia opima nana* Bolli, *Globorotalia peripheroronda* Blow, *Globorotalia obesa* Bolli dan *Globorotalia cf kugleri* Bolli. Kumpulan fosil ini memberikan indikasi umur N2-N4 (Zona Blow, 1969). Dari sayatan tipis batugamping Cikamuning didapatkan foraminifera besar yaitu *Lepidocyclus sumatrensis* (Brady) & Vars, *Lepidocyclus ephipoides* Jones & Chapman, *Lepidocyclus spp.*, *Cycloclipeus eidae* Tan, *Cycloclipeus sp.*, *Miogypsinoides bantamensis* Tan, *Miogypsinoides complanata* (Schlumberger) *Miogypsinoides spp.*, *Austrorillina sp.*, *Spiroclipeus sp.*, *Miogypsina sp.*, *Heterostegina sp.* dan *Flosculinella sp.* yang ditafsirkan berumur Te1-Te5 (Adams, 1970). Adisaputra, M.K. dan Coleman, P.J. (1983), berdasarkan analisis detil foraminifera plangton dan foraminifera besar di daerah Cikamuning mendapatkan hasil yang sama yakni sedimentasi Anggota Batugamping Formasi Rajamandala dimulai dari Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Foraminifera bentos yang ditemukan dalam contoh batuan dari daerah Cikamuning adalah *Nodosaria sp.*, *Planulina sp.*, *Discorbis sp.*, *Anomalina sp.*, *Operculina sp.* dan *Bolivina sp.*, yang mengindikasikan lingkungan “outer shelf”-“upper bathyal”.

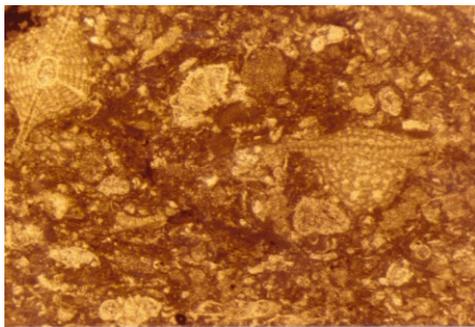
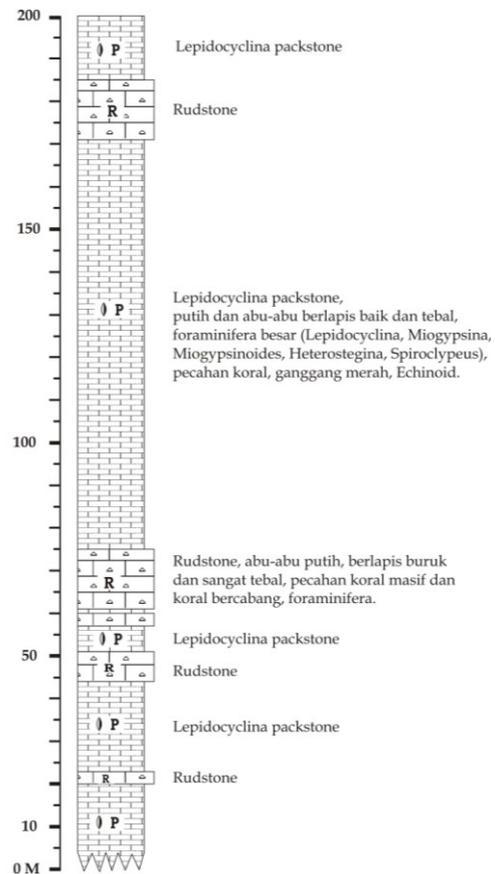


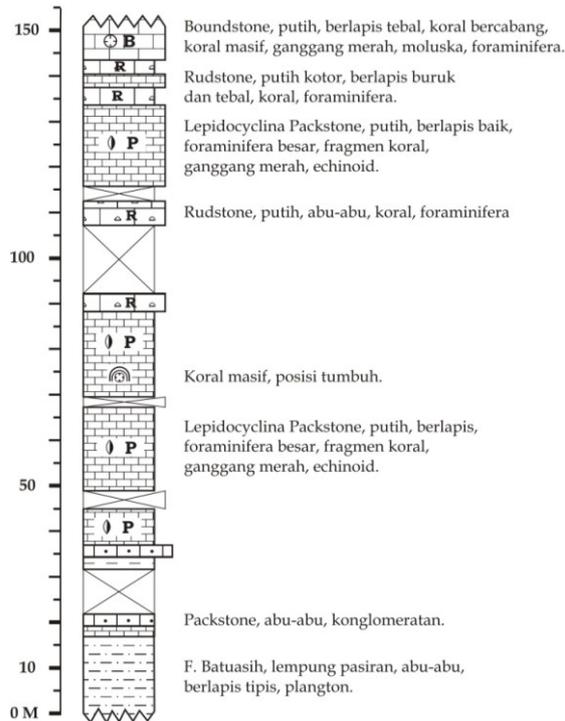
Foto 6. Foraminifera besar (*Lepidocyclus sp.*) dan foraminifera plangton dalam sayatan tipis planktonic packstone dari daerah Cikamuning.

## 2. Fasies *Lepidocyclus* Packstone

Fasies ini terdiri dari lapisan-lapisan batugamping bertekstur packstone dengan butiran-butiran bioklastik berukuran halus sampai sangat kasar dan pemilahan sangat buruk. Batuannya berwarna putih dan abu-abu muda, berlapis baik, sering memperlihatkan permukaan bergelombang, tebal perlapisan antara 30 cm - 2 meter dan bersifat kompak. Butiran bioklastik utama adalah cangkang-cangkang foraminifera besar, berukuran besar-besar mencapai diameter sampai 0,5 cm (Foto 5). Penampang stratigrafi yang paling bagus dari fasies ini dapat diamati di Pr. Bengkung dan bagian timur dari G. Hawu (Gambar 6, 7).



Gambar 6. Penampang Stratigrafi Terukur Pr. Bengkung.



Gambar 7. Penampang Stratigrafi Terukur Gn. Hawu.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa butiran yang paling dominan adalah cangkang-cangkang *Lepidocyclina spp.*, disusul oleh *Heterostegina sp.*, *Miogypsinoides sp.*, *Miogypsina sp.*, dan *Spiroclypeus sp.* Cangkang-cangkang foraminifera besar ini sebagian besar masih utuh sedang sebagian lainnya sudah pecah-pecah (Foto 7, 8, 9).



Foto 7. Singkapan fasies *Lepidocyclina packstone*

di Pasir Bengkung memperlihatkan cangkang-cangkang foraminifera besar yang sangat berlimpah bercampur dengan fragmen-fragmen koral

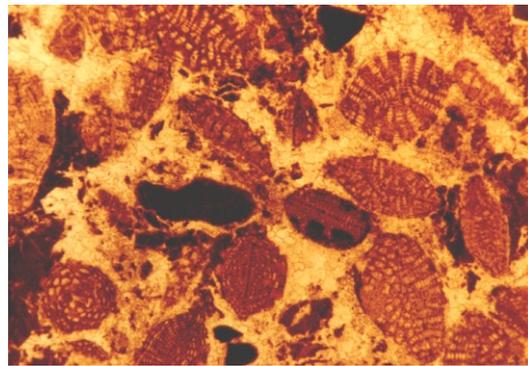


Foto 8. Sayatan tipis conto batuan dari Pasir Bengkung yang kaya akan *Lepidocyclina*.

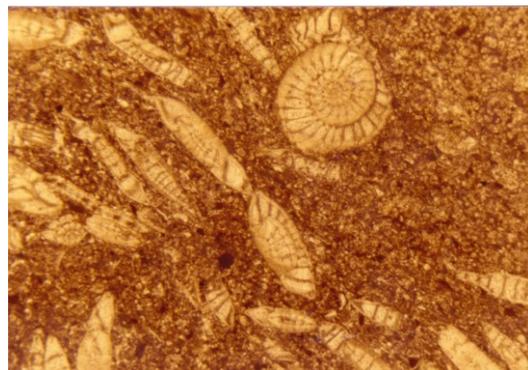


Foto 9. Sayatan tipis memperlihatkan cangkang-cangkang *Operculionides sp.* berlimpah dalam conto batuan Pasir Bengkung.

Selain fosil-fosil tersebut juga didapatkan cangkang-cangkang bentos, potongan-potongan koral, ganggang merah dan e-chinoid. Butiran-butiran bioklastik tersebut terdapat mengambang dalam matriks lumpur karbonat. Dalam fasies ini juga ditemukan tubuh-tubuh koral masif yang masih dalam posisi tumbuh berdiameter 20 - 50 cm. Selain itu bongkah-bongkahan koral dan batugamping yang disusun oleh lapisan-lapisan packstone (diameter 50 cm - 2 meter) banyak ditemukan. Keberadaan bongkah-bongkahan ini memperlihatkan ciri-ciri yang khas yakni

terdapatnya bentuk-bentuk lapisan bergelombang mengikuti bentuk bongkah-bongkah yang ada (Foto 10).



Foto 10. Singkapan fasies *Lepidocyclina* packstone di bagian timur dari G. Hawu memperlihatkan bongkah batugamping yang terkungkung oleh lapisan-lapisan packstone.

### 3. Fasies Rudstone

Fasies ini adalah berupa batuan rudstone, berwarna abu-abu putih, berlapis buruk, ketebalan lapisan berkisar antara 0,5 - 9 meter, terbentuk dari pecahan-pecahan koral (“massive” dan “branching”) dan rombakan-rombakan lapisan-lapisan bertekstur packstone (Foto 11, 12). Komponen tersebut berbentuk agak runcing, berukuran 30 x 150 cm., bersorting sangat buruk dengan matriks lumpur karbonat.



Foto 11. Fasies rudstone yang hampir seluruhnya terbentuk dari potongan-potongan koral tersingkap di Pasir Cikamuning.

Cangkang-cangkang foraminifera besar banyak terdapat dalam komponen bertekstur packstone. Beberapa diantara lapisan-lapisan rudstone memperlihatkan struktur nendatan (“slump structures”) dan bentuk-bentuk pengisian (“channel fills”) serta pembebanan (“load cast”) pada lapisan-lapisan di bawahnya. Fasies ini dapat diamati dengan baik di daerah Cikamuning dan Pr. Bengkung (lihat Gambar 5, 6) yang diperkirakan merupakan batuan rombakan yang berasal dari zona reef dibelakangnya maupun batuan-batuan dari lereng-lereng muka terumbu.



Foto 12. Fasies rudstone berupa campuran antara potongan koral dan bongkah packstone terdapat di Pasir Bengkung.

### 4. Fasies Boundstone

Batuan fasies ini dibentuk oleh berbagai jenis koral, umumnya berwarna terang, berlapis baik-buruk, ketebalan lapisan antara beberapa puluh sentimeter sampai 3 meter, bersifat masif dan keras. Cangkang-cangkang foraminifera besar, ganggang merah dan moluska terdapat dalam matriks lumpur karbonat yang mengisi ruang-ruang antar koral. Berdasarkan tipe koral pembentuk batuan, fasies ini dapat dibagi menjadi 3 (tiga) subfasies.

#### a. Subfasies Framestone

Batuan penyusun subfasies ini dibentuk terutama oleh koral masif dengan matriks bertekstur packstone. Selain koral juga terdapat foraminifera besar, ganggang merah, moluska dan echinoid. Batuannya umumnya berwarna

terang, berlapis buruk dengan ketebalan antara 0,5 - 3 meter. Jejak binatang “worm tubes” banyak ditemukan dalam sebaran subfasies ini. Ukuran koral masif umumnya berkisar antara 15 - 50 cm. dan di beberapa tempat koral-koral ini nampak masih berada dalam posisi tumbuh (Foto 13, 14, 15 dan 16).

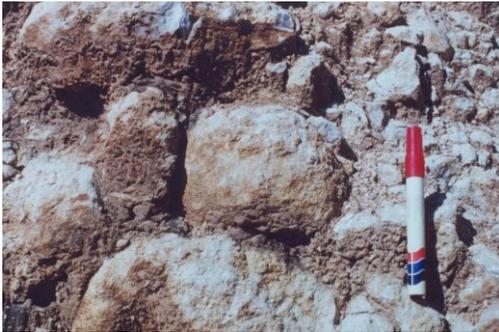


Foto 13. Singkapan subfasies framestone di bagian bawah G. Masigit memperlihatkan koral masif dalam posisi tumbuh.



Foto 14. Struktur bagian dalam nampak pada koral masif yang terpotong.

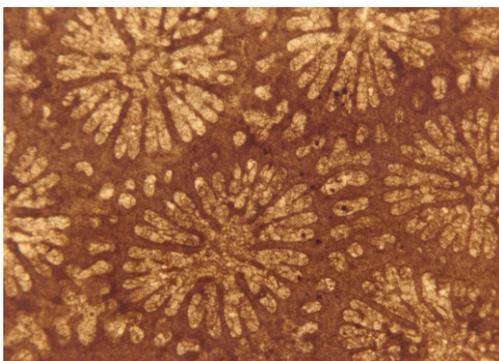


Foto 15. Sayatan tipis koral masif dari Foto 14.

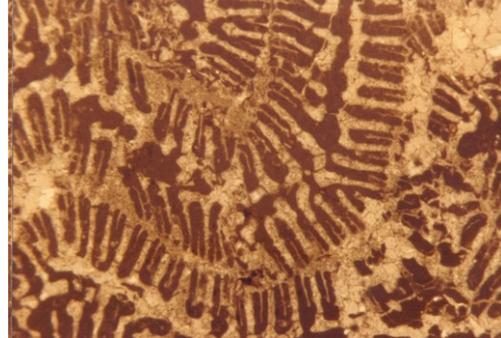
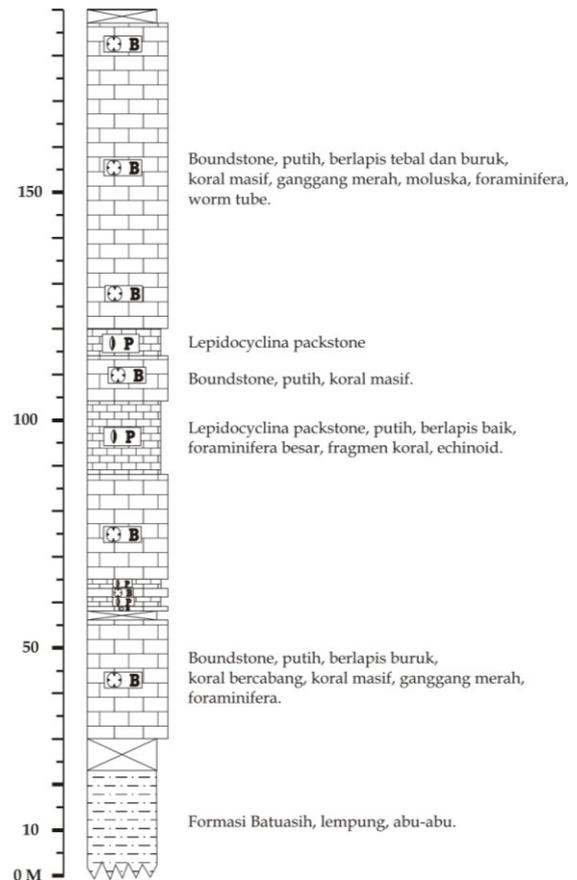
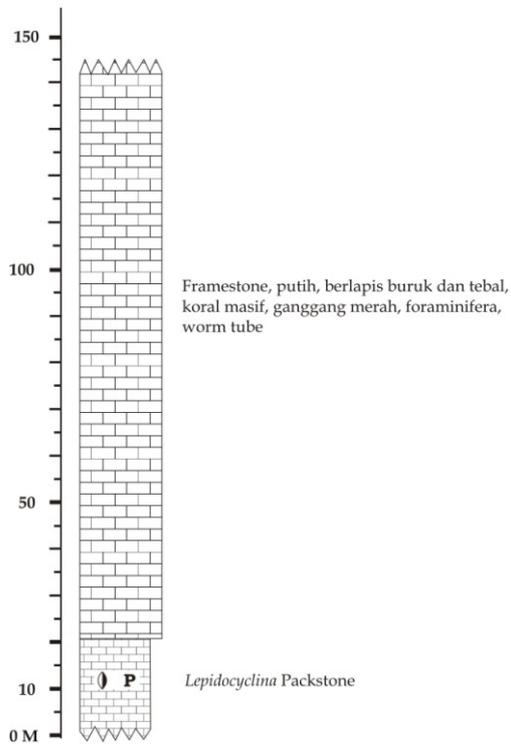


Foto 16. Sayatan tipis dari jenis koral masif lain.

Singkapan-singkapan subfasies ini dapat diamati dengan baik di Pr. Pabeasan, Pr. Bende (Gambar 8, 9), Pr. Batununggal dan di bagian bawah G. Masigit.



Gambar 8. Penampang Stratigrafi Terukur Pr. Pabeasan.



Gambar 9. Penampang Stratigrafi Terukur Pasir Bende.

b. Subfasies Bafflestone

Koral bercabang adalah penyusun utama batuan subfasies ini. Dibeberapa tempat masih terlihat koral bercabang dalam posisi tumbuh akan tetapi bagian terbanyak sudah patah-patah dan terdapat dalam matrik bertekstur wackestone-packstone (Foto 17, 18, 19 dan 20). *Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Rhabdophyllia sp.* adalah jenis-jenis koral yang paling banyak ditemukan. Cangkang-cangkang foraminifera besar nampak berada diantara ruang-ruang antara cabang-cabang koral maupun potongan-potongan koral. Di beberapa tempat yang diperkirakan batas-batas perubahan subfasies nampak percampuran antara jenis koral ini dengan “platy coral” maupun koral masif. Ciri-ciri subfasies ini bisa diamati dengan baik di G. Hawu, Pasir Pawon, bagian bawah Pr. Bende, di bagian bawah Pr. Tanggulun dan Pr. Batununggal.

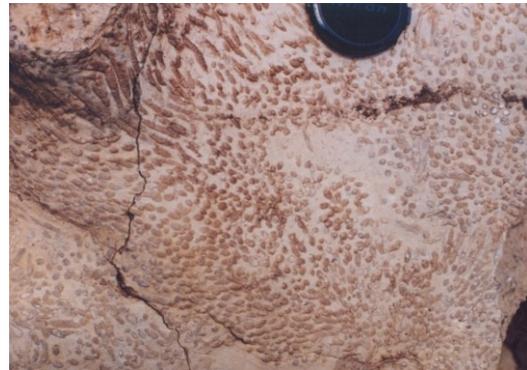


Foto 17. Singkapan subfasies bafflestone memperlihatkan branching coral yang masih dalam posisi tumbuh terdapat di Pasir Pawon.

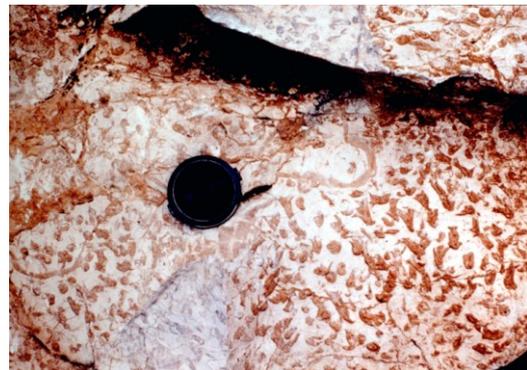


Foto 18. Etsa alam dari branching coral dalam posisi tumbuh di bagian bawah Pasir Tanggulun.

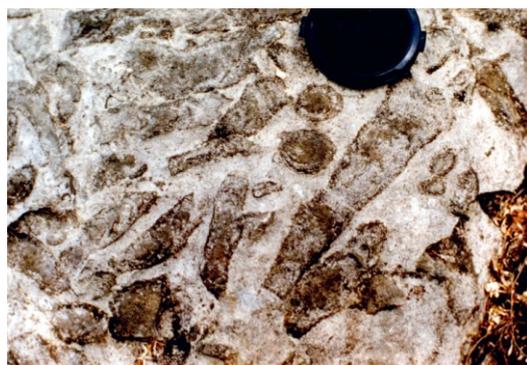


Foto 19. Branching coral dalam bentuk patah-patah tersingkap di bagian bawah Pasir Tanggulun.



Foto 20. Singkapan bafflestone yang telah lapuk memperlihatkan potongan - potongan cabang coral di bagian bawah Pasir Bende.

### c. Subfasies Bindstone

Batuan penyusun subfasies ini dibentuk terutama oleh “platy coral” yang sebagian besar memperlihatkan pola yang hampir sejajar dengan bidang perlapisan sedang yang lainnya bergelombang dan acak (Foto 21, 22). Batuannya berlapis baik-buruk, tebal antara 30 cm - 1 meter, berwarna terang dan bersifat masif. Tebal “platy coral” berkisar antara beberapa millimeter dengan panjang 3 – 20 cm. Ruang antara tubuh “platy coral” di isi oleh matrik bertekstur wackestone-packstone dalam mana banyak terdapat cangkang-cangkang foraminifera. Subfasies ini tersingkap dengan baik di Pr. Pawon, dibagian bawah G. Manik, Pr. Bende dan Pr Tanggulun.



Foto 21. Singkapan subfasies bindstone di Pasir

Pawon, memperlihatkan platy coral dengan bentuk hampir sejajar dengan bidang perlapisan.

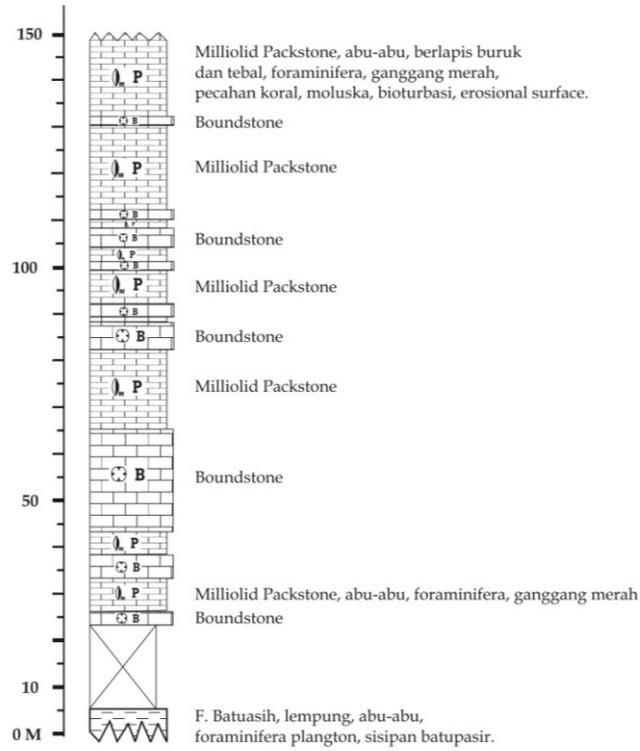


Foto 22. Platy coral dalam bentuk acak tersingkap di Pasir Pawon.

Walaupun ketiga subfasies boundstone ini bisa dikenali dilapangan berdasarkan bentuk dan karakter koral penyusunnya, akan tetapi tidak bisa dipetakan karena sebarannya yang terbatas dan juga sering bercampur satu sama lainnya.

### 5. Fasies Milliolid Packstone

Fasies ini disusun oleh lapisan-lapisan batugamping bertekstur bioklastik packstone, berwarna abu-abu, berbutir kasar-sangat kasar, pemilahan sangat buruk, berlapis buruk, tebal lapisan antara 30 cm - 1 meter dan bersifat masif. Di beberapa tempat seperti puncak G. Masigit, Pr. Lampegan (Gambar 10) dan G. Manik terdapat perlapisan silang-siur (“cross bedding”) bersudut rendah, “channeling” dan permukaan erosi (Foto 23 dan 24). Bioturbasi banyak terdapat dalam fasies ini. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa butiran-butiran bioklastik terdiri dari foraminifera terutama jenis Milliolid, Alveolinid (Foto 25 dan 26) dan Orbitoid. Selain fosil-fosil tersebut juga didapatkan koral (pecahan-pecahan) ganggang merah dan moluska. Dari jenis Milliolid dikenali adanya *Quinqueloculina sp.*, *Trillina sp.*, sedang dari Alveolinid adalah *Pyrgo sp.*, dan *Borelis sp.*, serta *Lepidocyclina spp.*, dari jenis Orbitoid.



Gambar 10. Penampang Stratigrafi Terukur Pasir Lampegan.



Foto 23. Fasies Milliolid packstone tersingkap di bagian puncak G. Masigit.



Foto 24. Bidang erosi antara Milliolid packstone (bagian atas) dengan boundstone (bagian bawah) tersingkap di Pasir Lampegan.

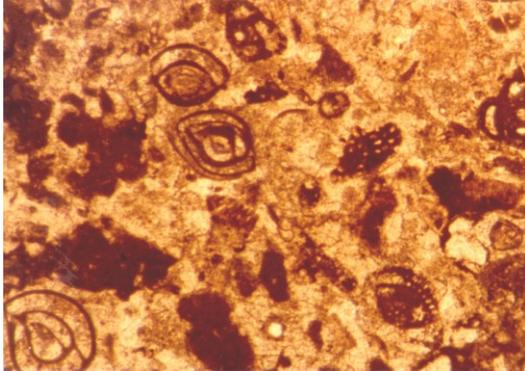


Foto 25. Sayatan tipis batuan Milliolid packstone dari Pasir Lampegan memperlihatkan cangkang-cangkang Milliolid yang berlimpah.

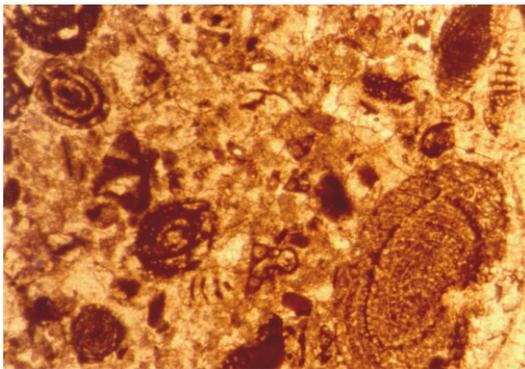


Foto 26. Campuran cangkang - cangkang Milliolid dan Alveolinid dalam sayatan tipis conto batuan dari Pasir Lampegan.

#### SEDIMENTASI DAN MODEL TERUMBU FORMASI RAJAMANDALA

Karakter dan pola penyebaran fasies Anggota Batugamping Formasi Rajamandala memberikan gambaran yang cukup jelas tentang lingkungan pengendapannya. Secara keseluruhan Anggota Batugamping Formasi Rajamandala terbentuk sebagai terumbu yang pengendapannya mulai dari lingkungan “toe of slope”, “reef slope”, “reef zone” dan “surge channel”-“lagoon” -“back reef”.

#### Toe Of Slope

Sedimen yang terbentuk dalam lingkungan pengendapan ini dicirikan oleh planktonic packstone-wackestone, berlapis tipis (3 cm - 0,5 meter), diselingi oleh lapisan-lapisan lempung dan napal yang banyak mengandung foraminifera plankton. “Graded bedding” banyak ditemukan, dan sekuen turbidit tipe Bouma (1962) mulai dari “graded interval”, “parallel lamination” dan “current ripple lamination” terdapat di beberapa tempat. “Cross-bedding” dalam lingkungan sedimentasi ini menunjukkan arah N 50 E yakni timur laut (NE). “Wedge out” dan “lenticular layer” sering terdapat pada lapisan planktonic packstone-wackestone. Jejak-jejak binatang pada permukaan lapisan batuan banyak ditemukan. Kondisi reduksi diperkirakan terjadi pada lingkungan karena sedimennya mengandung banyak mineral pirit. Korall soliter masih memungkinkan untuk tumbuh pada kondisi ini walaupun terbatas dan kecil-kecil. Rudstone yang merupakan batuan talus dari zona terumbu maupun lereng terumbu banyak ditemukan dalam lingkungan ini. Ciri-ciri longsoran seperti “slump structure” dan “erosional surface” terlihat pada beberapa lapisan-lapisan rudstone. Lingkungan “toe of slope” diperkirakan terdapat di daerah Tagogapu - Cikamuning dan di bagian utara Pr. Bengkung. Lingkungan pengendapan diperkirakan adalah laut dalam, dalam mana terjadi longsoran-longsoran batuan dari bagian yang lebih dangkal yang tercermin dari adanya fauna campuran antara laut dalam (*Bolivina sp.*, *Planulina sp.*) dan dangkal (*Nodosaria sp.*, *Discorbis sp.*, *Opeculina sp.*, *Anomalina sp.*).

#### Reef Slope

Lingkungan sedimentasi ini mempunyai ciri khas yakni didominasi oleh lapisan-lapisan packstone dalam mana terdapat foraminifera terutama genus *Lepidocyclina* yang berlimpah. Ukuran cangkang foraminifera ini besar-besar dengan susunan yang acak sampai tersusun baik. Korall, ganggang merah dan echinoid dalam bentuk pecahan-pecahan banyak ditemukan diantara cangkang-cangkang foraminifera. Korall dalam bentuk posisi tumbuh juga didapatkan

dalam lingkungan ini. Sebagai sisipan dalam sedimen reef slope ini adalah lapisan-lapisan rudstone yang terbentuk dari berbagai jenis koral yang jatuh ataupun longsor dari zona terumbu di bagian atasnya.

### **Reef Zone**

Zona inti terumbu dibentuk oleh batugamping bertekstur boundstone, berwarna terang, berlapis baik-buruk dan mengandung berbagai macam koral seperti koral masif, koral bercabang, dan "platy coral". Walaupun umumnya tipe-tipe koral ini tercampur atau berselang-seling satu sama lainnya, di beberapa tempat lingkungan yang lebih spesifik masih bisa diidentifikasi berdasarkan kelimpahan tipe koral yang membentuknya. Sedimen terumbu depan ("reef front") dicirikan oleh subfasies bindstone dan subfasies bafflestone merupakan bagian depan dan terdalam dari dari inti terumbu (Pr. Pawon, bagian bawah G. Manik, Pr. Tanggulun dan Pr. Batununggal). Subfasies framestone yang mencirikan lingkungan reef crest-reef flat adalah bagian paling dangkal dari zona terumbu dalam mana koral masif berkembang dengan baik (Pr. Pabeasan, Pr Bende, Pr. Batununggal, Pr. Balukbuk, dan di utara Pr. Sukarame). Energi atau gelombang laut yang terjadi pada saat pengendapan diperkirakan sangat rendah, hal mana nampak dari lumpur karbonat yang mengisi ruang-ruang antar koral pada hampir semua subfasies.

### **Surge Channel – Lagoon – Back Reef.**

Lingkungan sedimentasi ini dicirikan oleh batugamping bertekstur packstone yang kaya cangkang-cangkang *Milliolid* dan *Alveolinid*. Selain itu moluska, ganggang merah, dan pecahan-pecahan koral terdapat dalam sedimen ini. Batuannya berwarna abu-abu dan putih, berlapis tipis-tebal, dan bersifat masif. Pemisahan yang lebih rinci dari lingkungan pengendapan (surge channel, lagoon dan back reef) agak sukar dilakukan karena batuan penyusunnya memperlihatkan karakter yang hampir sama. Namun di beberapa tempat stuktur sedimen maupun biota yang terdapat didalamnya masih bisa mencirikan lingkungan yang lebih

spesifik. Stuktur sedimen cross-bedding yang terdapat dibagian atas Pr. Masigit, G. Manik dan Pr. Lampegan dianggap sebagai penciri surge-channel. Penafsiran ini diperkuat oleh adanya permukaan erosi pada lapisan-lapisan batugamping di daerah ini. Kondisi lagoon-back reef diperkirakan terjadi di sebelah barat dan timur Pr. Lampegan berdasarkan melimpahnya fosil *Milliolid*, *Alveolinid* bercampur ganggang merah dan sedikit *Halimeda*. Di Pr. Sukarame - Sangiangtikoro, selain dari *Milliolid* dan *Halimeda* juga ditemukan butiran-butiran pasir kuarsa dan potongan potongan lignit dalam batuan packstone yang mengindikasikan lingkungan back reef.

### **MODEL ENDAPAN KARBONAT FORMASI RAJAMANDALA**

Pengamatan fasies, pemetaan sebaran dan pengenalan lingkungan pengendapannya telah memberikan gambaran yang baik dan detail tentang terumbu Formasi Rajamandala. Model terumbu Formasi Rajamandala berdasarkan hubungan penampang stratigrafi melalui Pr. Lampegan, Pr. Pabeasan, Pr. Bengkung dan Pr. Cikamuning ditunjukkan pada Gambar 11 sedang pola lingkungan pengendapan dan model sedimentasi secara keseluruhan diperlihatkan dalam Gambar 12 dan 13. Terumbu ini terbentuk sebagai suatu "barrier reef" yang penyebarannya berarah timur laut-barat daya (NE – SW). Lereng terumbu mengarah ke utara dan timur laut, sedang bagian belakang terumbu berada di bagian selatan. Toe of slope adalah bagian paling bawah lereng terumbu berada diujung timur laut. Pada lingkungan ini diendapkan campuran sedimen karbonat laut dalam (planktonic packstone-wackestone facies), sedimen longsor-an dari zona terumbu dan lereng atas (turbidite flow dan slumped sediment) dan juga sedimen cekungan (lempung dan napal). Bagian atas lereng terumbu (reef slope) merupakan lingkungan yang sangat sesuai ("favourable") untuk kehidupan foraminifera orbitoid terutama genus *Lepidocyclina* sehingga fasies *Lepidocyclina* packstone mendominasi lingkungan ini. Runtuhan-runtuhan dari zona terumbu maupun

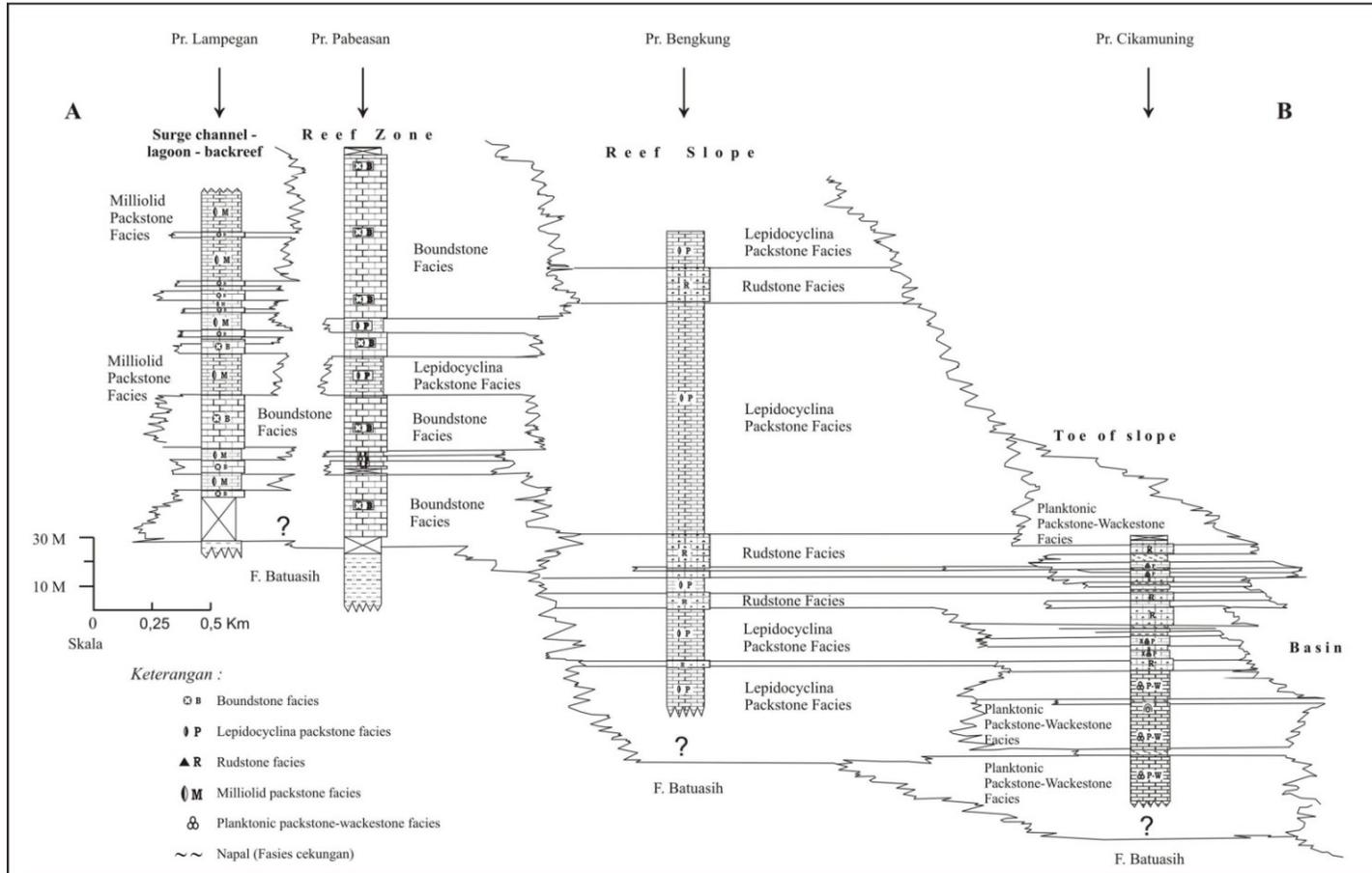
dari bagian lereng itu sendiri sering terjadi menghasilkan fasies rudstone dan boulder-boulder packstone yang dikungkung oleh lapisan-lapisan packstone. Korall-korall yang bersifat soliter masih bisa tumbuh secara acak baik pada lereng bagian atas (reef slope) maupun bagian bawah (toe of slope). Lereng terumbu Formasi Rajamandala nampaknya memiliki bentuk yang terjal (tipe "drop-off") terutama pada bagian toe of slope.

Zona terumbu terdapat pada bagian pun-cak dari reef slope. Berbagai jenis korall berkembang baik pada zona ini. Dibagian depan terumbu (reef front) terdapat "platy coral" (bindstone subfacies) dan korall bercabang (bafflestone subfacies). Korall masif (fasies framestone) tumbuh pada bagian puncak terumbu (reef crest - reef flat).

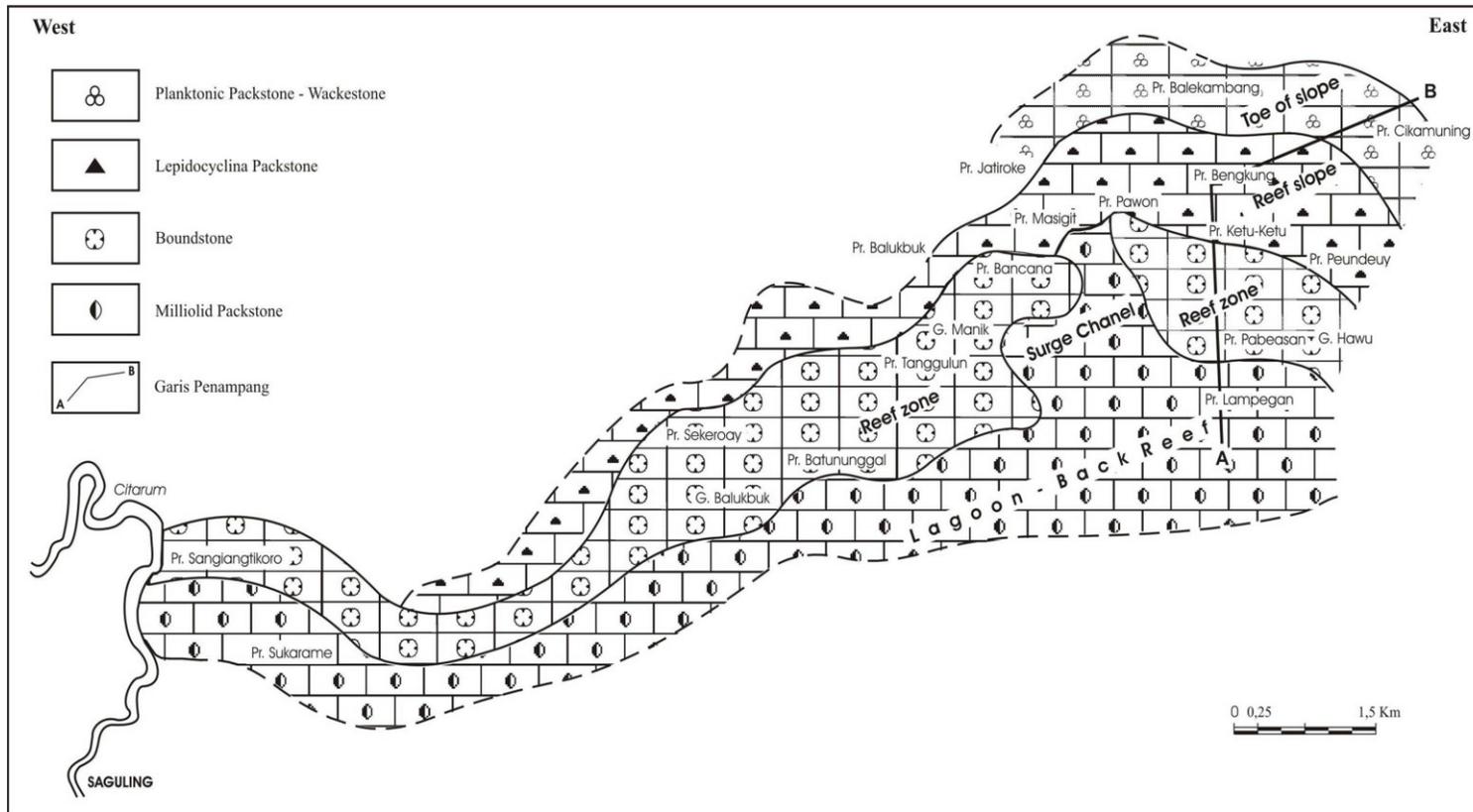
Suatu terusan yang cukup lebar ("channel") memotong zona terumbu, terdapat antara Pr. Masigit dan Pr. Bancana melebar dan bersambung keselatan (Pr. Lampegan). Surge channel ini dibagian selatan berkembang menjadi lingkungan lagoon-back reef. Fasies Milliolid packstone merupakan sedimen yang terbentuk dalam keseluruhan lingkungan ini.

### KESIMPULAN

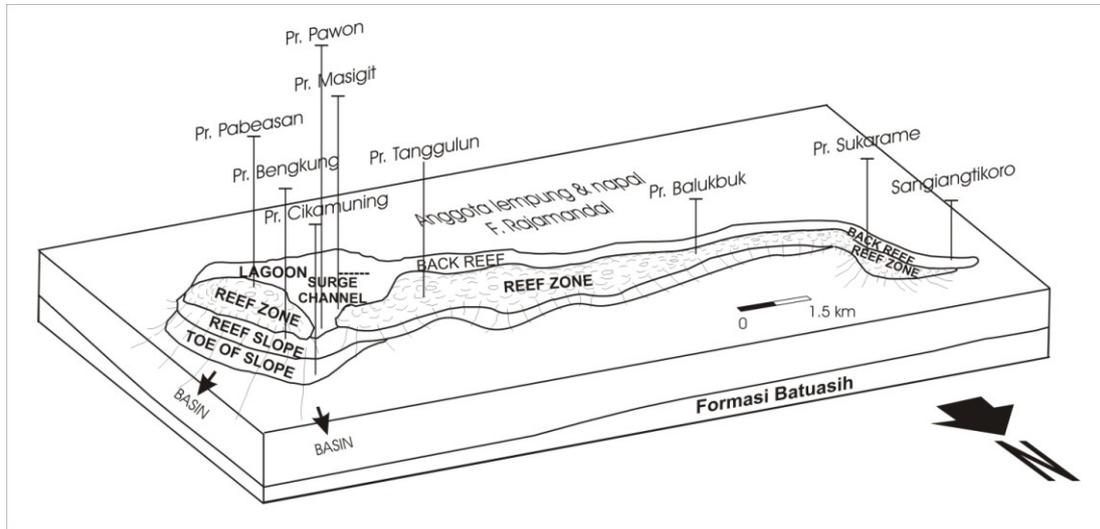
1. Formasi Rajamandala tersingkap luas di sebelah barat kota Bandung, mulai dari daerah Cikamuning - Tagogapu sampai ke daerah Saguling - Sangiangtikoro. Formasi ini menutup selaras Formasi Batuasih dan dibagi menjadi dua satuan yakni Anggota Batugamping dan Anggota Lempung - Napal. Berdasarkan foraminifera plangton dan foraminifera besar yang terdapat dalam batuanannya (Pr. Cikamuning dan selatan G. Balukbuk), umur formasi ini adalah mulai dari Oligosen Akhir sampai Miosen Awal (N2-N5, zona Blow, 1969). Formasi Citarum terletak secara selaras diatas Formasi Rajamandala.
2. Penelitian detil yang dilakukan khusus pada Anggota Batugamping Formasi Rajamandala menunjukkan bahwa terdapat 5 (lima) fasies karbonat pembentuk anggota formasi ini yaitu:
  - a. Fasies Planktonic Packstone-Wackestone terbentuk pada lingkungan "toe of slope". Sedimen ini bersisipan lempung dan napal yang kaya foraminifera plangton. Sekuen turbidit tipe Bouma didapatkan dalam fasies ini. Selain itu juga ditemukan cross-bedding, wedge-out, lenticular layer dan bioturbasi.
  - b. Fasies *Lepidocyclina* packstone diendapkan dalam lingkungan reef slope. Sedimen ini umumnya berlapis tebal, kaya akan foraminifera besar terutama *Lepidocyclina*.
  - c. Fasies rudstone terbentuk dalam lingkungan reef slope dan toe of slope. Sedimen ini terdiri fragmen-fragmen korall dan packstone, berlapis buruk dan tebal. Dilingkungan toe of slope, fasies ini memperlihatkan struktur "slumped"
  - d. Fasies boundstone terbentuk pada zona terumbu. Fasies ini dapat dibagi 3 (tiga) sub-fasies yakni subfasies bafflestone, bindstone dan framestone yang terbentuk mulai dari lingkungan reef crest - reef flat.
  - e. Fasies Milliolid packstone, terbentuk mulai dari lingkungan surge channel, lagoon sampai back reef. Sedimen ini memperlihatkan ciri permukaan erosi, cross-bedding di bagian surge channel, dan campuran Halimeda pada bagian back-reef.
3. Anggota Batugamping Formasi Rajamandala terbentuk sebagai barrier - reef yang sebarannya berarah Timur Laut - Barat Daya. Lereng depan terumbu berada dibagian utara, sedang lereng bawah dan cekungan dalam berada di bagian timur.



Gambar 11. Model hubungan fasies terumbu F. Rajamandala melalui Pr. Lampegan – Pr. Pabeasan – Pr. Bengkung – Pr. Cikamuning (Garis penampang lihat Gambar 12).



Gambar 12. Sebaran fasies dan lingkungan pengendapan terumbu Formasi Rajamandala.



Gambar 13. Model sedimentasi endapan karbonat F. Rajamandala.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. R. P. Koesoemadinata yang sejak awal telah mengarahkan penulis melakukan penelitian ini.

Kepada mereka yang telah membantu baik dalam penelitian lapangan, laboratorium maupun penyiapan makalah ini penulis mengucapkan terima kasih. Terima kasih juga disampaikan kepada Dra. Purnamaningsih Siregar yang telah membantu dalam penelitian paleontologi. Khusus kepada Dr. Ir. Fred Hehuwat yang melakukan koreksi terhadap tulisan ini, penulis ucapkan terima kasih.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adams, C.G., 1970. *A reconsideration of the East Indian Letter Classification of the Tertiary*, Bull. of the British Museum (Nat. History) Geology, London.
- Adisaputra – Sudinta, Mimin K., Coleman, P.J., 1983, Correlation Between Larger Benthonic and Smaller Planktonic Foraminifera From The Mid-Tertiary Rajamandala Formation, Central West Java, Paleontology series no. 4,

- Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Bemmelen, R.W. Van, 1949, *Geology Of Indonesia*, The Hague, Martinus Nijhoff, Vol. I A.
- Bouma, A.H., 1962, *Sedimentology of some Flysch Deposits (A Graphic Approach To Facies Interpretation)*, Elsevier Publishing Co., Amsterdam-New York.
- Blow, W., H., 1969, *Late Middle Eocene To Recent Planktonic Foraminifera Biostratigraphy*; Internat. Conf. Planktonic Microfossils, I, J. Brill, Leiden.
- Dunham, R. J., 1962, *Classification Of Carbonate Rocks According To Depositional Textures*, AAPG Memoir No. 1.
- Harting, A., 1929, *A short geological description of the mountain Tagapoe and Tjitaroem*, Fourth Pacific Science Congress, Java.
- Koesoemadinata, R.P., Siregar, S., 1984, *Reef Facies Model Of The Rajamandala Formation, West Java*, Proceedings Indonesian Petroleum Association.
- Kupper, H., 1941, *Bijdrage Tot de Stratigraphy Van het Tagapoe and Gn. Masigit gebeid (Noord Prianger, Java)*, De Ing. Ned. Ind., No.12.

- Martodjojo, S., 1984, *Evaluasi Cekungan Bogor, Jawa Barat*, Ph.D. Thesis, Institut Teknologi Bandung.
- Siregar, M.S., 1984, *Sedimentasi Formasi Rajamandala di daerah Tagogapu - Padalarang, Jawa Barat*, Riset Geologi dan Pertambangan, Lembaga Geologi dan Pertambangan Nasional – LIPI.
- Sudjarmiko, 1972, *Peta Geologi Lembar Cianjur Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Zwierzycky, J., and Koolhoven, W.C.B., 1936, *Report on a trip in sheet 31 (Tjirandjang)*, Open file report, Geology Survey Of Netherland East Indies.