



## POLA PERTUMBUHAN KARBONAT PADA FORMASI PARIGI, CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA

Sheila Ayu Pricilla<sup>1\*</sup>, Ildrem Syafri<sup>1</sup>, Febriwan Mohamad<sup>1</sup>,  
Undang Mardiana<sup>1</sup>, M. Kurniawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

\*Korespondensi: sheilapricilla@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Rekonstruksi model dan fasies batuan karbonat diperlukan dengan tujuan untuk menginterpretasi model sedimentasi. Hal ini disebabkan oleh fasies pada batuan karbonat yang memiliki karakteristik khas dan menarik untuk dipelajari lebih lanjut. Konsep sikuen stratigrafi sangat penting sebagai pedoman untuk studi hubungan antar batuan dalam suatu kerangka kronostratigrafi. Penelitian ini menghasilkan kerangka sikuen stratigrafi dan pola pertumbuhan batuan karbonat pada Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi di Lapangan SJ. Analisis kerangka sikuen stratigrafi dan pola pertumbuhan tersebut dilakukan dengan menggunakan integrasi data sumur dan seismik. Pertumbuhan karbonat dihasilkan seturut dengan perubahan muka air laut sebagai penyebab utamanya yang dapat diketahui berdasarkan analisis sikuen stratigrafi. Berdasarkan hasil penelitian pada setiap sumur memiliki fasies yang identik secara vertikal. Pada daerah penelitian terdiri atas dua parasikuen yang dibatasi oleh satu batas *sequence boundary* (SB). Setiap parasikuen tersebut menghasilkan endapan dengan karakteristik berbeda yang disebabkan oleh perbedaan proses keterbentukannya. Fase *Highstand System Tract* (HST) merupakan awal pembentukan Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi*. Fase *Lowstand System Tract* (LST) merupakan awal pembentukan Formasi Parigi yang ditandai dengan dimulainya pertumbuhan karbonat.

### ABSTRACT

*Carbonate formation model and facies reconstruction are required with the aim of assisting in the interpretation of the sedimentation model. This is caused by carbonate facies which has a typical characteristic and attractive to have further study. Sequence stratigraphy concepts are important as a guide for study the relationship between rocks in a rock framework. The result of this research is a sequence stratigraphy framework and carbonates growth patterns on Pre-Parigi interval of Upper Cibulakan Formation and Parigi Formation in SJ Field. These analyses are conducted using an integrated well and seismic data. Carbonates growth is generated in accordance with sea level changes as the main cause that can be known by sequence stratigraphy analysis. Based on this research results, every well has an identical facies deposits pattern in vertical distribution. The research area consists of two parasequences which bounded by sequence boundary (SB). Each of these parasequence sets generates different deposits characteristics which caused by the different processes of its formation. Highstand System Tract (HST) is the early forming of Pre-Parigi interval of Cibulakan Atas Formation. Lowstand System Tract (LST) is the early forming of Parigi Formation which marked by the commencement of carbonates growth.*

**Keywords:** Carbonates; Facies; Sequence Stratigraphy; Parigi; Northwest Java Basin

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia meningkat seiring dengan pengembangan peradaban. Minyak dan gas bumi masih menjadi fokus utama dalam memenuhi kebutuhan energi di Indonesia. Hal ini

mengakibatkan diperlukan adanya sebuah inovasi untuk memaksimalkan pemenuhan kebutuhan minyak dan gas bumi. Salah satu hal yang penting dalam industri minyak dan gas bumi adalah karakterisasi reservoir. Sebagian besar hidrokarbon tersimpan di

dalam batuan karbonat. Produksi minyak di Indonesia didominasi oleh batuan karbonat pada cekungan sedimen.

Batuan karbonat merupakan batuan sedimen yang terbentuk pada lingkungan tropis. Rekonstruksi dan reposisi pertumbuhan karbonat sangat penting untuk dilakukan karena tidak semua bagian dalam pertumbuhan karbonat dapat menjadi perangkap hidrokarbon. Interpretasi model sedimentasi dapat diketahui dengan melakukan rekonstruksi model dan fasies karbonat. Sebagai seorang *geologist* sangat penting dalam menentukan penyebaran dan pengembangan dari pembentukan darat dan laut seiring dengan rekonstruksi paleogeografi. Berdasarkan rekonstruksi paleogeografi tersebut, dapat diketahui lingkungan pengendapan pada masa purba dan menentukan pola pertumbuhan batuan karbonat yang terjadi.

Ilmu geologi memiliki peranan yang penting dalam peningkatan ilmu pengetahuan berkaitan dengan aspek pengelolaan sumberdaya alam khususnya dalam bidang energi. Sikuen stratigrafi merupakan salah satu kajian dalam ilmu geologi untuk menentukan distribusi fasies secara lateral maupun vertikal berdasarkan pendekatan secara genetik. Pemahaman mengenai sikuen stratigrafi dapat memberikan informasi mengenai proses pengendapan dan faktor yang memengaruhinya. Rekonstruksi model pengendapan karbonat berdasarkan konsep sikuen stratigrafi yang menjadi target pada penelitian ini dapat membantu memberikan pemahaman mengenai karakterisasi batuan karbonat sebagai reservoir pada proses eksplorasi dalam aspek fasies dan urutan pengendapannya yang terjadi.

Penelitian ini terletak di sebelah selatan Cekungan Jawa Barat Utara tepatnya pada sub-cekungan Ardjuna, di utara Provinsi Jawa Barat. Cekungan Jawa Barat Utara secara umum dibatasi oleh Cekungan Bogor di sebelah selatannya, di bagian barat laut dibatasi oleh Platform Seribu, di bagian utara dibatasi oleh paparan Sunda serta bagian timur laut dibatasi oleh Busur Karimunjawa. Formasi Parigi dan Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* pada Cekungan Jawa Barat Utara merupakan interval penelitian ini dilakukan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Fasies Batuan

Fasies adalah sebuah tubuh batuan yang dicirikan oleh kombinasi litologi, struktur biologi atau fisika yang membedakan tubuh batuan tersebut dengan batuan yang ada di atasnya, di bawahnya atau di bagian lain yang lateral (Walker, 1992).

Batuan Karbonat adalah batuan dengan kandungan material karbonat lebih dari 50% yang tersusun atas partikel karbonat klastik yang tersemankan atau karbonat kristalin hasil presipitasi langsung, sedangkan batugamping adalah batuan yang mengandung kalsium karbonat hingga 95%. Sehingga tidak semua batuan karbonat adalah batugamping (Reijers & Hsu, 1986).

### Klasifikasi Batuan

Klasifikasi batuan karbonat menurut Dunham (1962) dikelompokkan berdasarkan tekstur pengendapannya. Unsur penyusun yang memengaruhi klasifikasi adalah lumpur, butiran dan organisme. Klasifikasi batuan karbonat menurut Dunham (1962) secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.

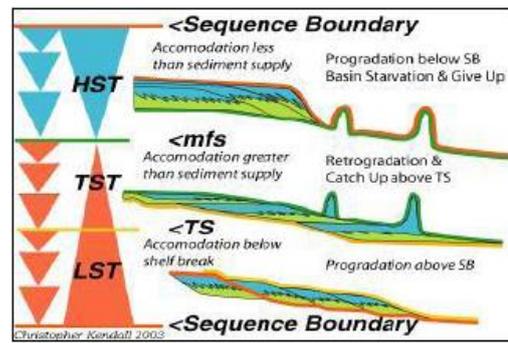
Depositional texture recognizable				Depositional texture not recognizable	
Components not bound together during deposition			Lacks mud and is grain supported	Components were bound together during deposition	
Contains carbonate mud (clay / fine silt)		Grain supported			
Mud supported					
Less than 10% grains	More than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm

**Gambar 2.1.** Klasifikasi Batuan Karbonat (Dunham, 1962)

Klasifikasi batuan sedimen menurut Wentworth (1922) dikelompokkan berdasarkan ukuran butir penyusun batuan. Klasifikasi Wentworth (1922) secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (φ)	Wentworth size class	
4096		-12.0	Boulder	Gravel
256		-8.0	Cobble	
64		-6.0	Pebble	
4		-2.0	Granule	Sand
2.00		0.0	Very coarse sand	
1.00		1.0	Coarse sand	
1/2	0.50	500	Medium sand	
1/4	0.25	250	Fine sand	
1/8	0.125	125	Very fine sand	Silt
1/16	0.0625	63	Coarse silt	
1/32	0.031	31	Medium silt	
1/64	0.0156	15.6	Fine silt	
1/128	0.0078	7.8	Very fine silt	
1/256	0.0039	3.9		Mud
	0.0006	0.06	Clay	

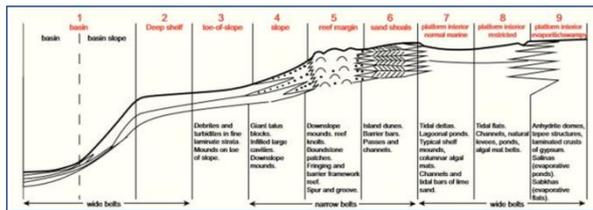
Gambar 2.2. Klasifikasi Batuan Sedimen (Wentworth, 1922)



Gambar 2.4. Sikuen Stratigrafi Karbonat (Kendall, 2003)

### Klasifikasi Lingkungan Pengendapan

Klasifikasi lingkungan pengendapan menurut Schlager (2005) dikelompokkan berdasarkan keterdapatannya sedimen dan biota yang ada. Klasifikasi Schlager (2005) secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Klasifikasi Lingkungan Pengendapan (Schlager, 2005)

### Sikuen Stratigrafi

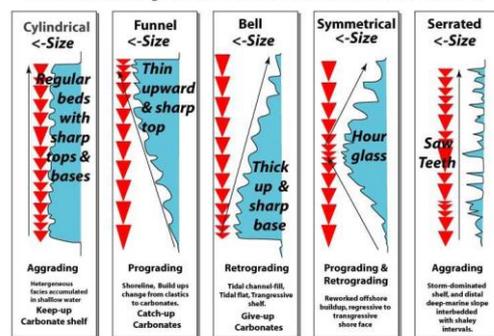
Sikuen stratigrafi adalah studi stratigrafi yang berhubungan dengan kerangka waktu pengendapan dalam kaitannya perubahan siklus muka air laut. Setiap sikuen pengendapan terdiri dari perulangan pelapisan yang dibatasi oleh permukaan erosi atau hiatus atau permukaan yang selaras (Van Wagoner et al., 1987).

*System Tract* adalah suatu paket sistem pengendapan yang seumur. Terdapat tiga *system tract* utama yang mencirikan tahap perubahan muka air laut relatif dalam satu siklus perubahan muka air laut relatif, yaitu *Highstand System Tract* (HST), *Lowstand System Tract* (LST), dan *Transgressive System Tract* (TST). Ilustrasi dari sikuen stratigrafi batuan karbonat bisa dilihat pada Gambar 2.4.

### Pola Kurva Log Gamma Ray

Pola-pola *log* menunjukkan perubahan energi pengendapan. Pola tersebut selalu diamati dengan kurva *gamma ray* dan *log SP*, tetapi kesimpulan yang sama juga dapat didukung oleh *log* neutron-densitas. *Log* suatu sumur memiliki beberapa bentuk dasar yang bisa mencirikan karakteristik suatu lingkungan atau energi pengendapan. Pola respon *log gamma ray* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Carbonate Stacking Patterns - Generalized Variations in Grain Size

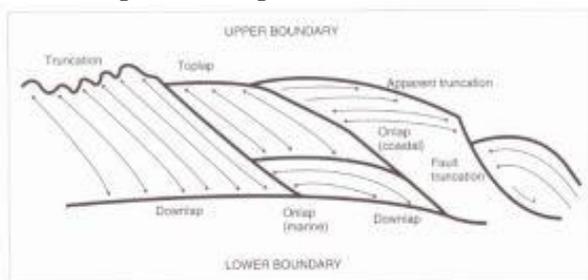


Gambar 2.5. Respon Log Gamma Ray dan Interpretasi Fasies (Kendall, 2003)

### Fasies Seismik

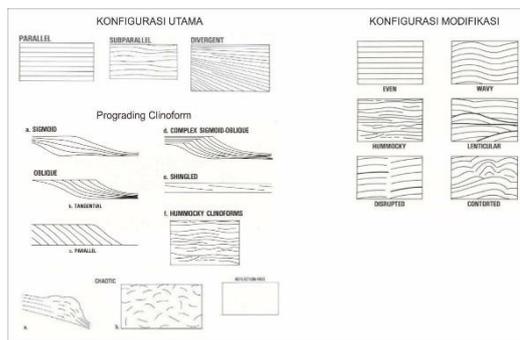
Fasies seismik adalah unit seismik yang terdiri dari kumpulan refleksi seismik dengan parameter berbeda dari unit fasies yang berdekatan. Analisis fasies seismik dilakukan untuk mengetahui interpretasi geologi dari parameter refleksi seismik. Parameter fasies seismik dalam interpretasi geologi pada data seismik secara umum

terbagi menjadi tiga berdasarkan Mitchum et al. (1977), yaitu *reflection terminations* (pada *sequence boundary*), *reflection configuration* (dalam sikuen), dan *external forms* (bentukan eksternal pada unit sikuen dan fasies seismik). *Sequence boundary* menurut Mitchum et al. (1977) terbagi menjadi *lapout*, *truncation*, dan *concordance*. *Lapout* terbagi kembali menjadi *toplap* serta *baselap* meliputi *onlap* dan *downlap*. Pembagian *sequence boundary* tersebut kemudian dimodifikasi oleh Emery & Myers (1996) dengan membagi *sequence boundary truncation* menjadi *erosional truncation* dan *apparent truncation*. Pembagian pola *sequence boundary* tipe refleksi *discordance* menurut Emery & Myers (1996) dapat dilihat pada **Gambar 2.6**.

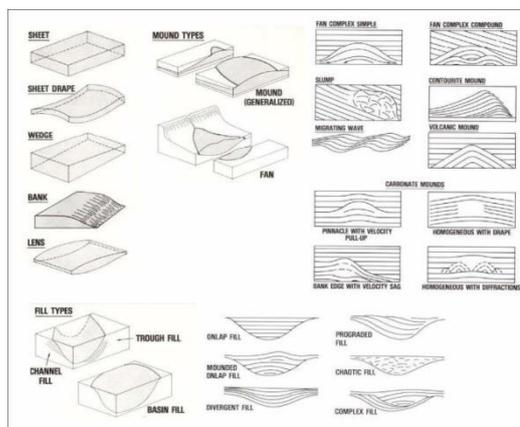


**Gambar 2.6.** Pola *Sequence Boundary* (Emery & Myers, 1996)

*Reflection configuration* menurut Mitchum et al. (1977) secara umum terbagi menjadi dua, yaitu konfigurasi stratal utama dan modifikasi. Konfigurasi stratal utama terbagi menjadi pola *parallel*, *subparallel*, *divergent*, *prograding clinoforms*, *chaotic*, dan *reflection-free*. Sedangkan konfigurasi modifikasi terbagi menjadi pola *even*, *wavy*, *hummocky*, *lenticular*, *disrupted*, dan *contorted*. Secara keseluruhan pola konfigurasi refleksi dapat dilihat pada **Gambar 2.7**. *External forms* (bentukan eksternal) menurut Mitchum et al. (1977) secara umum terbagi menjadi *sheet*, *sheet drape*, *wedge*, *bank*, *lens*, *mound*, dan *fill*. Secara keseluruhan pola bentukan eksternal dapat dilihat pada **Gambar 2.8**.



**Gambar 2.7.** Pola Konfigurasi Refleksi



**Gambar 2.8.** Pola Bentuk Eksternal

### 3. METODE

#### Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi studi pendahuluan tentang kondisi regional, pengenalan perangkat lunak (*software*) yang digunakan, dan pengumpulan literatur yang dapat memuat informasi dan data mengenai daerah penelitian yang dapat membantu selama proses penelitian berlangsung. Dalam proses berjalannya pengerjaan penelitian ini data yang diperoleh adalah data sumur sebanyak 4 buah sumur, laporan deskripsi *side wall core* pada 2 sumur, data *log* 3 sumur dan beberapa data seismik 2D.

#### Tahap Penelitian dan Pengolahan Data

Pada penelitian ini meliputi analisa karakteristik batuan melalui deskripsi *side wall core* dan *mud log* untuk

melakukan analisis litofasies dan analisis hasil *well log* untuk menghasilkan analisis elektrofases yang akan menghasilkan suatu kesinambungan parameter validasi lingkungan pengendapan yang kemudian menjadi acuan dalam korelasi setiap sumur sebelum diikat dengan data seismik untuk menginterpretasi lapisan-lapisan pada seismik dan fasies seismik yang terdapat dalam penampang seismik. Analisis pola pertumbuhan batuan karbonat juga dilakukan untuk mengetahui bentuk pengendapan batuan karbonat dengan melakukan interpretasi pola-pola pertumbuhan pada Formasi Parigi serta dilakukan pula analisis paket-paket sedimentasi berdasarkan konsep sikuen stratigrafi.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Fasies

#### Litofasies

Analisis litofasies dilakukan dengan menggunakan empat data sumur, yaitu sumur SJ-1, SJ-2, SJ-3, dan SJ-4. Sumur SJ-1 memiliki data *side wall core* dan *mud log* dengan total interval ketebalan sebesar 1201 *feet*. Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-1 terbagi ke dalam enam fasies, yaitu tiga jenis fasies batuan karbonat dan tiga jenis fasies batuan silisiklastik. Fasies yang terdapat dalam Sumur SJ-1 berdasarkan posisi stratigrafi dari yang paling tua adalah *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Wackestone Interbedded Clay*, *Clay Interbedded Limestone*, *Wackestone*, *Clay*, dan *Packstone*.

Sumur SJ-2 memiliki data *side wall core* dan *mud log* dengan total interval ketebalan sebesar 1469 *feet*. Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-2 terbagi ke dalam empat fasies, yaitu dua jenis fasies batuan karbonat dan dua jenis fasies batuan silisiklastik. Fasies yang terdapat dalam Sumur SJ-2 berdasarkan posisi stratigrafi dari yang paling tua adalah *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Mudstone Interbedded Clay*, *Clay Interbedded Limestone*, dan *Wackestone*.

Sumur SJ-3 memiliki data *mud log* dengan total interval ketebalan sebesar 220 *feet*. Formasi

Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-3 terbagi ke dalam enam fasies, yaitu tiga jenis fasies batuan karbonat dan tiga jenis fasies batuan silisiklastik. Fasies yang terdapat dalam Sumur SJ-3 berdasarkan posisi stratigrafi dari yang paling tua adalah *Clay Interbedded Sandstone*, *Wackestone 1*, *Clay 1*, *Wackestone 2*, *Clay 2*, dan *Packstone-Grainstone*.

Sumur SJ-4 memiliki data *mud log* dengan total interval ketebalan sebesar 897 *feet*. Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-4 terbagi ke dalam enam fasies, yaitu tiga jenis fasies batuan karbonat dan tiga jenis fasies batuan silisiklastik. Fasies yang terdapat dalam Sumur SJ-4 berdasarkan posisi stratigrafi dari yang paling tua adalah *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Wackestone Interbedded Clay*, *Clay 1*, *Wackestone*, *Clay 2*, dan *Packstone-Grainstone*.

#### Elektrofases

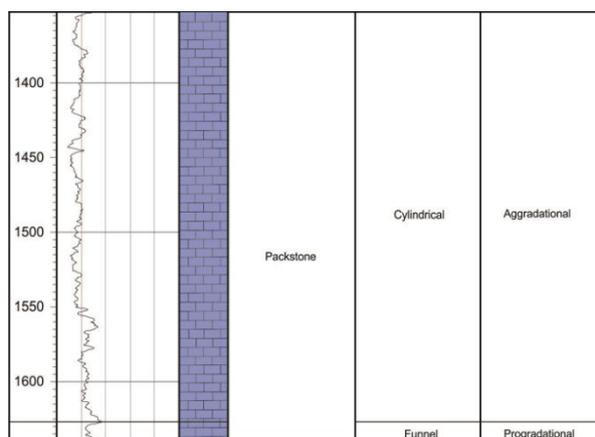
Analisis elektrofases dilakukan untuk mengetahui keadaan pertumbuhan karbonat yang khususnya terdapat pada interval penelitian Formasi Parigi menggunakan tiga data sumur, yaitu sumur SJ-1, SJ-2, dan SJ-4. Secara umum pola *log gamma ray* Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-1 menunjukkan pola *serrated*, *cylindrical*, dan *funnel*. Fasies *Wackestone* pada Formasi Parigi memiliki pola *cylindrical* yang ditunjukkan pada **Gambar 4.1**. Pola ini menunjukkan adanya energi pengendapan yang cenderung stabil pada suatu periode waktu tertentu. Perubahan energi ini menghasilkan pola aggradasi yang termasuk dalam pertumbuhan karbonat fase *keep-up*.



**Gambar 4.1.** Respon Log *Gamma Ray* SJ-1 Fasies *Wackestone* Interval Kedalaman 1652-1693 ft

Fasies *Packstone* pada Formasi Parigi memiliki pola *funnel* dan *cylindrical* yang

ditunjukkan pada **Gambar 4.2**. Pola *funnel* menunjukkan adanya perubahan energi dari energi rendah ke energi tinggi. Perubahan energi ini menghasilkan pola progradasi yang termasuk dalam pertumbuhan karbonat fase *catch-up*. Pola selanjutnya yang terbentuk adalah *cylindrical* yang menunjukkan adanya energi pengendapan cenderung stabil pada suatu periode waktu tertentu. Perubahan energi ini menghasilkan pola aggradasi yang termasuk dalam pertumbuhan karbonat fase *keep-up*.

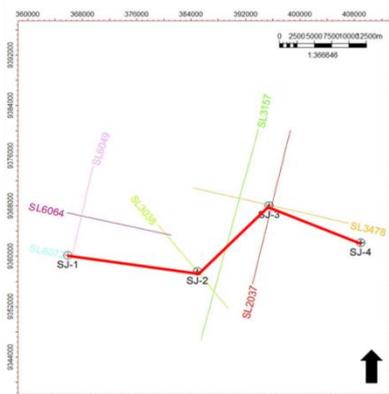


**Gambar 4.2.** Respon Log Gamma Ray SJ-1 Fasies Packstone Interval Kedalaman 1352-1692 ft.

Secara umum pola *log gamma ray* Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi pada Sumur SJ-2 dan SJ-4 menunjukkan pola *serrated* dan *cylindrical*. Fasies *Wackestone* pada Sumur SJ-2 yang termasuk dalam Formasi Parigi memiliki pola *cylindrical* menunjukkan pola aggradasi dan pertumbuhan karbonat fase *keep-up*. Fasies *Wackestone* dan *Packstone-Grainstone* pada Sumur SJ-4 yang termasuk dalam Formasi Parigi memiliki pola *cylindrical* menunjukkan pola aggradasi dan pertumbuhan karbonat fase *keep-up*.

### Korelasi Asosiasi Fasies

Korelasi dilakukan berdasarkan kesamaan dari asosiasi fasies dan lingkungan pengendapan yang dimiliki. Pada lapangan SJ dilakukan korelasi dengan arah relatif barat-timur yang mengikuti pola penyebaran sumur. Penarikan lintasan korelasi sumur untuk memperjelas arah korelasi yang menghubungkan sumur SJ-1, SJ-2, SJ-3, dan SJ-4 dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



**Gambar 4.3.** Jalur Korelasi Sumur Lapangan SJ

Asosiasi fasies pertama adalah *Platform Interior 1*. Asosiasi fasies ini memiliki dominansi sedimen *terrigenous mud*, *lime mud*, dan pasir. Kandungan biota yang dimiliki adalah foraminifera dan alga. Berdasarkan hal tersebut maka asosiasi fasies ini termasuk ke dalam *Platform Interior – Normal Marine*.

Asosiasi fasies kedua adalah *Reef of Platform Margin 1*. Asosiasi fasies ini memiliki dominansi sedimen karbonat. Kandungan biota yang dimiliki adalah foraminifera dan alga. Terdapat *downslope mounds* yang diinterpretasikan dari kandungan sedimen karbonat yang masih didominasi oleh *mud* dan adanya material bioklastik berupa *shell fragment* serta termasuk dalam tipe *Microbial Buildups* berdasarkan klasifikasi tipe *reef mound* oleh James dan Macintyre (1985). Berdasarkan hal tersebut maka asosiasi fasies ini termasuk ke dalam *Reef of Platform Margin 1*.

Asosiasi fasies ketiga adalah *Platform Interior 2*. Asosiasi fasies ini memiliki dominansi sedimen *terrigenous mud*. Kandungan biota yang dimiliki adalah foraminifera. Berdasarkan hal tersebut maka asosiasi fasies ini termasuk ke dalam *Platform Interior – Normal Marine*.

Asosiasi fasies keempat adalah *Reef of Platform Margin 2*. Asosiasi fasies ini memiliki dominansi sedimen karbonat. Kandungan biota yang dimiliki adalah foraminifera bentonik, koral, dan alga. Berdasarkan hal tersebut maka asosiasi

fasies ini termasuk ke dalam *Reef of Platform Margin 2*.

#### 4.2 Sikuen Stratigrafi

Secara umum analisis sikuen stratigrafi pada interval daerah penelitian Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* dan Formasi Parigi di setiap sumur hampir serupa. Fase parasikuen pertama adalah fase *Highstand System Tract* (HST) yang ditandai dengan nilai log *gamma ray* yang tinggi. Fase ini merupakan awal pembentukan Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* yaitu saat permukaan air laut masih tinggi tetapi berangsur menurun. Permukaan air laut yang masih tinggi mengakibatkan pengendapan material halus seperti *clay* yang sangat dominan dengan campuran material silisiklastik. Pada fase ini terendapkan fasies *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Wackestone Interbedded Clay*, dan *Clay Interbedded Limestone* pada Sumur SJ-1, fasies *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Mudstone Interbedded Clay*, dan *Clay Interbedded Limestone* pada Sumur SJ-2, fasies *Clay Interbedded Sandstone*, *Wackestone 1*, dan *Clay 1* pada Sumur SJ-3, serta fasies *Clay Interbedded Sandstone*, *Interclastic Wackestone Interbedded Clay*, dan *Clay 1* pada sumur SJ-4.

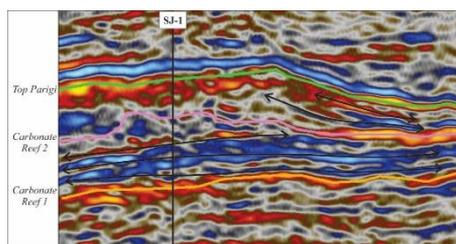
Fase parasikuen kedua adalah fase *Lowstand System Tract* (HST). Fase ini merupakan awal pembentukan Formasi Parigi, yaitu saat muka air laut berada pada keadaan yang sangat rendah. Permukaan air laut yang rendah mengakibatkan batuan karbonat dapat tumbuh dengan baik karena mendapatkan penetrasi cahaya matahari secara maksimal. Fase ini ditandai dengan ditemukan adanya proses pelarutan dan disolusi pada tubuh batuan karbonat yang terjadi saat terekspos ke permukaan. Pada fase ini terendapkan fasies *Wackestone*, *Clay*, dan *Packstone* pada Sumur SJ-1, fasies *Wackestone* pada Sumur SJ-2, fasies *Wackestone 2*, *Clay 2*, dan *Packstone-Grainstone* pada Sumur SJ-3, serta fasies *Wackestone*, *Clay 2*, dan *Packstone-Grainstone* pada Sumur SJ-4.

#### 4.3 Fasies Seismik

Analisis fasies seismik pada penelitian ini dilakukan secara kualitatif, yaitu dengan mengidentifikasi bentuk eksternal dan karakteristik internal. Analisis fasies seismik dilakukan pada lima zona tubuh karbonat di sepanjang penampang gabungan seismik yang telah dibuat sebelumnya.

Analisis zona tubuh karbonat 1 yang dilewati oleh sumur SJ-1 dalam *line* seismik SL6049 interval sikuen *Carbonate Reef 1* hingga *Carbonate Reef 2* diidentifikasi memiliki pola *apparent truncation* sebagai *upper boundary* dan pola *concordance* sebagai *lower boundary* berdasarkan Emery & Myers (1996) dan Mitchum et al. (1977). Kemudian dapat dilihat terdapat pola internal konfigurasi refleksi *parallel* dan *chaotic* dengan geometri *mounded* berdasarkan Mitchum et al. (1977). Pola tersebut menunjukkan terjadi perubahan energi dari energi rendah ke energi yang lebih tinggi.

Analisis zona tubuh karbonat 1 dalam *line* seismik SL6049 interval sikuen *Carbonate Reef 2* hingga *Top Parigi* diidentifikasi memiliki pola *toplap* sebagai *upper boundary* dan pola *downlap* sebagai *lower boundary* berdasarkan Emery & Myers (1996) dan Mitchum et al. (1977). Kemudian dapat dilihat terdapat pola internal konfigurasi refleksi *chaotic* dengan geometri *mounded* berdasarkan Mitchum et al. (1977). Pola tersebut menunjukkan terjadi pada lingkungan dengan energi yang tinggi. Secara umum analisis fasies seismik zona tubuh karbonat 1 dalam *line* seismik SL6049 interval sikuen *Carbonate Reef 1* hingga *Carbonate Reef 2* serta interval *Carbonate Reef 2* hingga *Top Parigi* dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



**Gambar 4.4** Analisis Fasies Seismik Zona Tubuh Karbonat 1

Secara umum analisis fasies seismik pada interval sikuen *Carbonate Reef 1* hingga *Carbonate Reef 2* pada zona tubuh karbonat 2 yang dilewati oleh sumur SJ-2, zona tubuh karbonat 3 yang dilewati oleh sumur SJ-3, serta zona tubuh karbonat 4 dan 5 yang tidak dilewati oleh sumur menunjukkan pola internal konfigurasi refleksi *parallel*, *sub parallel* dan *chaotic* dengan geometri *mounded*. Zona tubuh karbonat 2, 3, dan 4 pada interval ini memiliki pola *apparent truncation* sebagai *upper boundary* dan pola *concordance* sebagai *lower boundary*. Zona tubuh karbonat 5 pada interval ini memiliki pola *concordance* sebagai *upper boundary* dan pola *concordance* sebagai *lower boundary*.

Analisis fasies seismik pada interval sikuen *Carbonate Reef 2* hingga *Top Parigi* pada zona tubuh karbonat 3 yang dilewati oleh sumur SJ-3, serta zona tubuh karbonat 4 dan 5 yang tidak dilewati oleh sumur menunjukkan pola internal konfigurasi refleksi *parallel* dan *chaotic* dengan geometri *mounded*. Zona tubuh karbonat 3 dan 4 pada interval ini memiliki pola *apparent truncation* sebagai *upper boundary* dan pola *apparent truncation* sebagai *lower boundary*. Zona tubuh karbonat 5 pada interval ini memiliki pola *apparent truncation* sebagai *upper boundary* dan pola *concordance* sebagai *lower boundary*.

#### 4.4 Pola Pertumbuhan Batuan Karbonat

Pada umumnya setiap sumur di lapangan SJ terbagi menjadi dua fase parasikuen dengan adanya *sequence boundary* (SB) sebagai batas dengan fase sebelumnya. Pada parasikuen

pertama yaitu *Highstand System Tract* (HST) diendapkan Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi* berupa batuan sedimen berbutir halus dominasi *clay* pada bagian bawah. Pada fase ini juga terendapkan sedimen karbonat klastik yang diikuti oleh endapan batuan sedimen berbutir halus dominasi *clay* hingga batas akhir parasikuen yang dibatasi oleh *sequence boundary* (SB). Pertumbuhan karbonat selanjutnya terjadi dengan pola yang sama ketika keadaan lingkungan dalam energi yang lebih tinggi dari sebelumnya ditunjukkan pada **Gambar 4.5(a)**. Batas tersebut merupakan tanda dimulainya fase *Lowstand System Tract* (LST).

Pada tubuh karbonat 1 menggunakan integrasi data sumur dan seismik diidentifikasi bahwa pertumbuhan karbonat terjadi pada fase parasikuen *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010) yang dicirikan oleh pertumbuhan karbonat secara vertikal dan menyebar secara lateral ditunjukkan pada **Gambar 4.5(b)**. Pertumbuhan ini terjadi ketika keadaan lingkungan dalam energi rendah yang berangsur tinggi. Pertumbuhan karbonat selanjutnya terjadi dengan pola yang sama ketika keadaan lingkungan dalam energi yang lebih tinggi dari sebelumnya ditunjukkan pada **Gambar 4.5(c)**.

Pada tubuh karbonat 2 menggunakan integrasi data sumur dan seismik diidentifikasi bahwa pertumbuhan karbonat terjadi pada fase parasikuen *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010) yang dicirikan oleh pertumbuhan karbonat secara vertikal dan menyebar secara lateral ditunjukkan pada **Gambar 4.5(b)**. Pertumbuhan ini

terjadi ketika keadaan lingkungan dalam energi rendah yang berangsur tinggi.

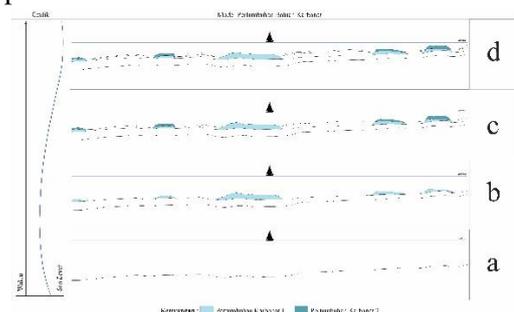
Pada tubuh karbonat 3 menggunakan integrasi data sumur dan seismik diidentifikasi bahwa pertumbuhan karbonat terjadi pada fase parasikuen *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010) yang dicirikan oleh pertumbuhan karbonat secara vertikal dan menyebar secara lateral ditunjukkan pada **Gambar 4.5(b)**. Pertumbuhan ini terjadi ketika keadaan lingkungan dalam energi yang relatif rendah. Pertumbuhan karbonat selanjutnya terjadi dengan pola yang sama ketika keadaan lingkungan dalam energi yang lebih tinggi dari sebelumnya ditunjukkan pada **Gambar 4.5(c)**.

Pada tubuh karbonat 4 menggunakan data seismik diidentifikasi bahwa pertumbuhan karbonat terjadi pada fase parasikuen *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010) yang dicirikan oleh pertumbuhan karbonat secara vertikal dan menyebar secara lateral ditunjukkan pada **Gambar 4.5(b)**. Pertumbuhan ini terjadi ketika keadaan lingkungan dalam energi rendah yang berangsur tinggi. Pertumbuhan karbonat selanjutnya terjadi dengan pola yang sama ketika keadaan lingkungan dalam energi yang lebih tinggi dari sebelumnya dan berangsur rendah ditunjukkan pada **Gambar 4.5(c)**. Pertumbuhan karbonat 4 diinterpretasikan sama dengan pertumbuhan tubuh karbonat 1.

Pada tubuh karbonat 5 menggunakan data seismik diidentifikasi bahwa pertumbuhan karbonat terjadi pada fase parasikuen *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010) yang dicirikan oleh pertumbuhan karbonat secara vertikal dan menyebar secara lateral ditunjukkan pada **Gambar 4.5(b)**. Pertumbuhan ini terjadi ketika keadaan lingkungan dalam energi yang relatif rendah. Pertumbuhan karbonat selanjutnya

terjadi dengan pola yang sama ketika keadaan lingkungan dalam energi yang lebih tinggi dari sebelumnya ditunjukkan pada **Gambar 4.5(c)**. Pertumbuhan karbonat 5 diinterpretasikan sama dengan pertumbuhan tubuh karbonat 3.

Pola pertumbuhan batuan karbonat Formasi Parigi pada setiap sumur di lapangan SJ secara umum termasuk pada fase *keep-up carbonate* berdasarkan Miall (2010). Pola pertumbuhan tersebut memiliki ciri berupa pertumbuhan karbonat yang tumbuh vertikal dan menyebar secara lateral. Fase ini terjadi pada parasikuen kedua yaitu fase *Lowstand System Tract* (LST) ketika muka air laut turun hingga dalam keadaan sangat rendah sehingga karbonat dapat mulai tumbuh. Pada umumnya hasil pertumbuhan dalam fase ini akan memperlihatkan batuan karbonat yang kaya akan butir. Pertumbuhan karbonat kemudian berhenti karena ruang akomodasi menjadi lebih kecil akibat penurunan muka air laut sehingga karbonat mati dan tersingkap yang ditandai dengan kemunculan porositas *vuggy* ditunjukkan pada **Gambar 4.5(d)**. Model urutan pola pertumbuhan batuan karbonat secara keseluruhan pada lapangan SJ dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.5** Model Urutan Pola Pertumbuhan Karbonat

## 5. KESIMPULAN

Secara umum litofasies pada daerah penelitian terbagi menjadi dua jenis, yaitu litofasies batuan karbonat dan batuan

silisiklastik. Litofasies batuan karbonat terdiri atas *Interclastic Wackestone Interbedded Clay*, *Wackestone*, dan *Packstone*. Litofasies batuan silisiklastik terdiri atas *Clay Interbedded Sandstone*, *Clay Interbedded Limestone*, dan *Clay*. Elektrofases di daerah penelitian khususnya pada batuan karbonat secara umum menunjukkan pola *serrated*, *cylindrical*, dan *funnel*.

Sikuen stratigrafi pada daerah penelitian terdiri atas dua fase parasikuen set, yaitu *Highstand System Tract* (HST) dan *Lowstand System Tract* (LST) yang dibatasi oleh satu batas *sequence boundary* (SB). Fase *Highstand System Tract* (HST) merupakan awal pembentukan Formasi Cibulakan Atas anggota *Pre-Parigi*. Fase *Lowstand System Tract* (LST) merupakan awal pembentukan Formasi Parigi yang ditandai dengan dimulainya pertumbuhan karbonat.

Fasies seismik di daerah penelitian khususnya pada batuan karbonat secara umum menunjukkan pola *parallel*, *subparallel*, dan *chaotic* dengan *boundary concordance*, *apparent truncation*, *toplap*, dan *downlap*. Pola pertumbuhan batuan karbonat Formasi Parigi di daerah penelitian secara umum termasuk dalam fase *keep-up carbonate* yang tumbuh secara aggradatif pada fase *Lowstand System Tract* (LST).

## DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, M. G., 2000, *South Sumatera Basin Province, Indonesia*, USGS Open-file report 99-50-S.
- Dunham, Robert J. 1962. *Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textures*, AAPG Memoir 1.
- Emery, D. dan Myers, K.J., 1996, *Sequence Stratigraphy*. Oxford : Blackwell Science Ltd
- James, N.P. dan Pierre-Andre Bourque, 1992. *Reefs and Mounds*. dalam Roger G. Walker dan Noel P. James. 1992. *Facies Model: Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada.
- Kendall. 2003. *Carbonate and Relatives Change in Sea Level*. Mar. Geol. 44
- Miall, Andrew D, 2010, *The Geology of Stratigraphic Sequence*, 2nd edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, London.
- Mitchum, R. M., Jr., Vail, P. R., and Thompson, S., III, 1977, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, pt. 2-the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis; *in*, Seismic Stratigraphy--Applications to Hydrocarbon Exploration, Payton, C. E., ed.: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 26
- Reijers, T.J.A and Hsu K.J. 1986. *Manual of Carbonate Sedimentology A Lexicographical Approach*. Academic Press, Inc
- Schlager, W. 2005. *Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy*, USA: Society for Sedimentology Geology
- Tucker, Maurice, et al. 1990. *Carbonate Sedimentology*. Oxford : Blackwell Science Ltd
- Van Wagoner, J.C., R.M. Mitchum, Jr., H.W. Posamentier, and P.R. Vail, 1987, Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy; Part 2, Key definitions of sequence stratigraphy, in A.W. Bally, (ed.), Atlas of seismic stratigraphy: AAPG Studies in Geology
- Walker, R.G and James, P. Noel. 1992. *Facies Models : Response to Sea Level Change, 2nd ed.*, Canada : Geological Assosiation of Canada