



POLA PERTUMBUHAN BATUAN KARBONAT LAPANGAN KANCIL INTERVAL "MID MAIN CARBONATE" FORMASI CIBULAKAN ATAS, CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA

Gilang Anugrah Pribadi*, Ildrem Syafri¹, Febriwan Mohammad¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: fahmghifarry@yahoo.com

ABSTRAK

Interval *Mid Main Carbonate* pada Lapangan "Kancil" merupakan interval target pada penelitian ini. Termasuk kedalam bagian dari Formasi Cibulakan Atas, Cekungan Jawa Barat Utara. Cekungan Jawa Barat Utara terletak di barat laut Jawa dan meluas sampai lepas pantai utara Jawa. Cekungan Jawa Barat Utara secara regional merupakan sistem busur belakang (*back arc system*) yang terletak diantara lempeng mikro sunda dan tunjangan lempeng India-Australia (Narpodo, 1996). Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui pola pertumbuhan batuan karbonat berdasarkan parameter sikuen stratigrafi. Data – data yang digunakan adalah data wireline log pada 2 sumur, data serbuk bor, data batuan inti dan data lintasan seismik. Penelitian ini dimulai dengan interpretasi litofasies berdasarkan pada deskripsi data serbuk bor dan batuan inti. Kemudian melakukan analog terhadap interval yang tidak mempunyai data batuan inti melalui respon *log gamma ray*. Selanjutnya melakukan penentuan parasikuen pada setiap sumur untuk mengetahui kronostratigrafinya dan melakukan analisis bentuk pertumbuhan batuan karbonat berdasarkan gambaran citra seismik. Secara umum pertumbuhan batuan karbonat memiliki pola yang sama, diawali oleh pola *keep-up carbonate* (Miall, 2010) pada parasikuen 1, *catch-up carbonate* pada parasikuen 2 dan *drowning* atau *give-up carbonate* pada parasikuen 3.

Kata Kunci : Cekungan Jawa Barat Utara, Formasi Cibulakan Atas, *Mid Main Carbonate*, Sikuen Stratigrafi

ABSTRACT

Mid Main Carbonate interval on "Kancil" field was the target interval in this study. It was included in part of the Upper Cibulakan Formation, North West Java Basin. North West Java Basin was located in the northwest of Java and extended to the north Java offshore. North West Java Basin was a regional back arc system located between the micro-sunda plate and the Indian-Australian plate subduction (Narpodo, 1996). This research had purpose to know the growth pattern of carbonate rock based on sequence stratigraphic parameter. The data used were wireline log data on 2 wells, mud log data, core data and seismic line data. This study began with the interpretation of lithofacies based on the description of the mud log and core data. Then, interpreted an analog to the interval that does not have the core data through the gamma ray log response. Next, analyzed parasequence determination on each well to know its chronostratigraphy and analyzed of carbonate growth pattern based on seismic image. In general, the growth of carbonate rocks had the same pattern, started with catch-up carbonate (Miall, 2010) on parasequence 1, keep-up carbonate on parasequence 2 and drowning or give-up carbonate on parasequence 3.

Keywords : North West Java Basin, Upper Cibulakan Formation, *Mid Main Carbonate*, Sequence Stratigraphy

1. PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi dewasa ini terus mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat. Berbagai

pemasalahan yang menyangkut eksplorasi dan produksi hidrokarbon memiliki aspek serta kendala tertentu yang mendorong pesatnya perkembangan penelitian dan pengoptimalan studi cekungan dalam usaha

untuk menemukan lapangan minyak baru atau dalam usaha pengembangan dan optimalisasi produksi pada lapangan yang sudah ditemukan. Cekungan Jawa Barat Utara merupakan salah satu cekungan yang sudah terbukti menghasilkan hidrokarbon, termasuk Formasi Cibulakan Atas.

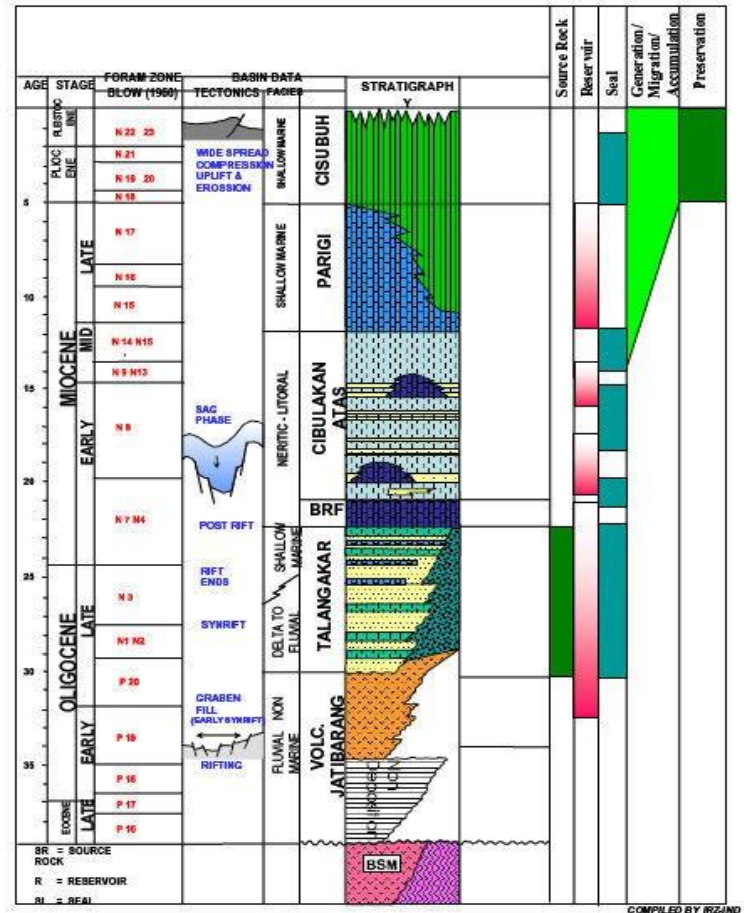
Sikuen stratigrafi adalah suatu pendekatan berorientasi proses untuk menginterpretasi paket sedimenter. Pengetahuan ini memberikan pemahaman proses-proses pengendapan dan faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhinya untuk menjelaskan dan menafsirkan kejadiannya, penyebarannya, dan geometri fasies sedimenter tersebut terutama fasies pada batuan karbonat yang menjadi target dari penelitian ini karena fasies pada batuan karbonat mempunyai karakteristik yang khas dan menarik untuk dipelajari lebih lanjut.

Pengetahuan yang didapat dari mengidentifikasi dan mengklasifikasi fasies batuan dan merekonstruksi model pengendapan karbonat berdasarkan konsep sikuen stratigrafi akan membantu *subsurface geologist* dalam eksplorasi maupun pengembangan reservoir karbonat dan dengan dilakukannya studi akhir ini diharapkan dapat menambah wawasan terhadap fasies serta urutan paket-paket pengendapan yang ada pada daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Jawa Barat Utara yang merupakan salah satu rangkaian cekungan belakang busur (*back-arc basin*) di Indonesia bagian Barat. Cekungan ini merupakan cekungan yang terbentuk dari sistem zona subduksi antara Lempeng Mikro Sunda dan Lempeng Australia. Cekungan Jawa Barat Utara dikontrol oleh sistem sesar normal berarah utara – selatan. Sesar normal tersebut mengakibatkan terbentuknya *horst* yang merupakan daerah tinggian, *graben* yang merupakan daerah rendahan, serta membagi cekungan ini menjadi beberapa sub cekungan. Pada saat ini Cekungan Jawa Barat Utara terbagi menjadi tiga sub

cekungan, yaitu (dari barat ke timur) Sub Cekungan Ciputat, Sub Cekungan Pasir Putih, dan Sub Cekungan Jatibarang.



Gambar 1. Kolom Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara (Arpandi dan Padmosukismo, 1975)

Stratigrafi regional Cekungan Jawa Barat Utara terdiri atas beberapa formasi (Gambar 1), yaitu:

1. Batuan Dasar

Litologi batuan dasar di Cekungan Jawa Barat Utara adalah batuan beku berumur Kapur Tengah – Kapur Akhir dan batuan metamorf berumur Tersier. Batuan metasedimen derajat rendah (filit, sekis) hadir sebagai produk dari subduksi yang berasosiasi dengan busur Meratus yang aktif pada waktu Kapur.

2. Formasi Jatibarang

Formasi Jatibarang terdiri dari litologi tuf dengan perselingan batulempung serpih dan andesit porfiri. Formasi ini berumur Eosen

Akhir-Oligosen Awal dan memiliki hubungan tidak selaras dengan batuan dasar. Kehadiran Formasi Jatibarang di Cekungan Jawa Barat utara merupakan suatu pertanda bahwa cekungan berada dekat dengan pusat vulkanisma, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa pada saat Formasi Jatibarang diendapkan, posisi cekungan berada pada jalur gunung api (*intra arc basin*).

3. Formasi Talang Akar

Formasi Talang Akar bagian bawah terdiri dari perselingan batulempung serpih karbonan serta batupasir dengan sisipan batulanau dan batubara. Sedimen-sedimen tersebut diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Jatibarang. Formasi Talang Akar bagian bawah terbentuk pada fase tektonik *syn-rift*. Formasi ini diendapkan pada Oligosen Akhir di lingkungan pengendapan lacustrine hingga fluvial-deltaic. Formasi Talang Akar Atas terdiri dari perselingan batugamping, serpih dan batupasir, diendapkan dengan siklus transgresif Oligosen Akhir - Miosen Awal pada lingkungan deltaic - laut dangkal. Formasi Talang Akar Atas merupakan sedimen awal post-rift pada Cekungan Jawa Barat Utara.

4. Formasi Baturaja

Formasi Baturaja diendapkan secara selaras di atas Formasi Talang Akar. Formasi ini terdiri dari litologi batugamping dengan perselingan tipis dolomite, batulempung serpih, napal, dan batugamping terumbu pada daerah tinggian. Formasi ini berumur Miosen Awal dan diendapkan pada lingkungan pengendapan laut dangkal. Pengendapan Formasi Baturaja yang berkembang luas pada Cekungan Jawa Barat Utara menandai kondisi tektonik yang relatif stabil.

5. Formasi Cibulakan Atas

Formasi Cibulakan Atas diendapkan pada Miosen Tengah terdiri dari serpih yang dominan dengan perselingan batupasir dan batugamping klastik serta batugamping terumbu yang berkembang secara lokal menginterpretasikan dua sistem pengendapan utama yang mengontrol sedimentasi di Formasi Cibulakan Atas, yaitu sistem pengendapan delta dan laut

dangkal. Formasi Cibulakan Atas secara selaras diendapkan di atas Formasi Baturaja dan di atas Formasi Cibulakan Atas diendapkan secara selaras pula Formasi Parigi. Berdasarkan studi, Formasi Cibulakan Atas dibagi menjadi tiga anggota, yaitu : Anggota Massive, Main dan Pre-Parigi.

6. Formasi Parigi

Formasi Parigi dicirikan oleh dominasi batugamping dengan sisipan dolomit, batugamping pasir dan batulempung gampingan. Sejak Miosen Tengah hingga Miosen Akhir terjadi siklus transgresi kedua pada siklus sedimentasi Neogen yang mengendapkan batugamping Formasi Parigi yang melampar hampir ke seluruh wilayah cekungan. Berdasarkan studi foraminifera planktonik dan bentonik, umur Formasi Parigi adalah Miosen Akhir dan diendapkan pada lingkungan pengendapan laut dangkal yang relatif stabil.

7. Formasi Cisubuh

Formasi Cisubuh diendapkan pada Miosen Akhir hingga Plio - Pleistosen. Formasi ini dicirikan oleh batulempung pada bagian bawah dan secara berangsur diendapkan batupasir serta konglomerat pada bagian atas. Formasi Cisubuh bagian bawah diendapkan pada lingkungan *inner-neritic* dan bergradasi ke atas menjadi *litoral-paralik*. Hal ini mengindikasikan adanya perubahan lingkungan ke arah yang lebih dangkal akibat pengangkatan selama Plio - Pleistosen. Di atas Formasi Cisubuh secara tidak selaras diendapkan endapan Kuartar.

3. METODE

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa analisis dan interpretasi data untuk mengetahui fasies dan lingkungan pengendapan *Mid Main Carbonate*, Formasi Cibulakan Atas pada Lapangan 'GA', Cekungan Jawa Barat Utara. Analisis dan interpretasi data yang dilakukan diantaranya deskripsi data batuan inti dan deskripsi data serbuk bor. Analisis litofasies dilakukan untuk mengetahui fenomena geologi yang terjadi melalui data rekaman batuan, analisis elektrofases dilakukan untuk mengartikan respon dari data log sumur ke dalam arti

geologi, korelasi kronostratigrafi dibutuhkan untuk mengetahui persebaran lateral batuan menggunakan prinsip sikuen stratigrafidan yang terakhir melakukan analisis pola pertumbuhan batuan karbonat pada setiap parasikuen pada interval daerah penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Litofasies

A. Litofasies Sumur Kancil-1

Pada Formasi Cibulakan Atas *interval Mid Main Carbonate* di Sumur Kancil-1, terdapat 4 jenis fasies batuan karbonat diantaranya adalah fasies *Skeletal Wackestone-Packstone*, *Interclastics Mudstone Interbeded Shale*, *Skeletal Wackestone* dan *Chalky Mudstone*.

Fasies batuan karbonat yang paling tua berdasarkan posisi stratigrafi adalah fasies *Skeletal Wackestone-Packstone*. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Wackestone* sampai *Packestone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini mengandung banyak cangkang. Karakter litologi umumnya memiliki warna krem hingga putih, agak keras hingga keras, didominasi oleh mineral kalsit dan jejak-jejak fosil. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Inner Shelf - Lagoon Reef* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010).

Fasies batuan karbonat selanjutnya adalah fasies *Interclastics Mudstone Interbeded Shale*. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Mudstone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini mengandung fragmen batuan (*lithoclast*). Karakter litologi umumnya memiliki warna abu-abu, halus hingga keras, didominasi oleh material lempung, terdapat jejak fosil dan laminasi batulempung. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Inner Shelf - Lagoon Reef* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010).

Fasies batuan karbonat selanjutnya berdasarkan posisi stratigrafi adalah fasies

Skeletal Wackestone. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Wackestone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini mengandung cangkang dominan dan jejak fosil. Karakter litologi umumnya memiliki warna krem hingga putih abu-abu, lunak hingga keras, material lempung, kalsit, dan relief fosil foraminifera. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Inner Shelf - Lagoon Reef* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010).

Fasies batuan karbonat paling muda adalah fasies *Chalky Mudstone*. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Mudstone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini mengandung material kapur yang dominan. Karakter litologi umumnya memiliki warna krem hingga putih, lunak hingga agak keras, ter-rekristalisasi, kalsit, dan terdapat jejak material organik. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Inner Shelf - Lagoon Reef* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010). Secara keseluruhan fasies dalam sumur Kancil-1 pada *Interval Mid Main Carbonate* Formasi Cibulakan Atas terdapat pada kolom stratigrafi (Gambar 2).

B. Litofasies Sumur Kancil-2

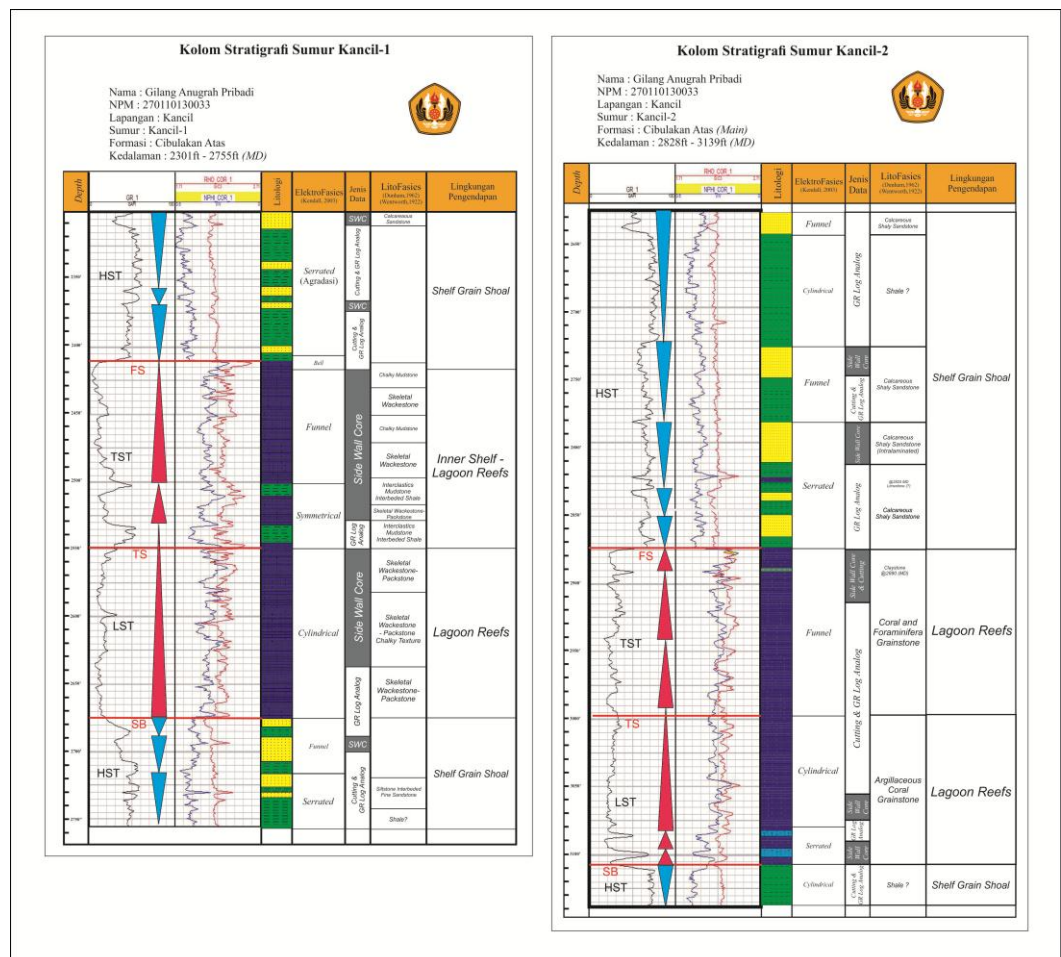
Pada Sumur Kancil-2, terdapat 2 jenis fasies batuan karbonat diantaranya adalah fasies *Argillaceous Coral Grainstone* dan *Coral and Foraminifera Grainstone*.

Fasies batuan karbonat yang paling tua berdasarkan posisi stratigrafi adalah fasies *Argillaceous Coral Grainstone*. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Grainstone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini didominasi oleh coral dan material *argillaceous* (kandungan lempung). Karakter litologi umumnya memiliki warna abu-abu muda hingga abu-abu, halus hingga agak keras, fragmen

kristalin di beberapa bagian, terdapat beberapa unsur karbonat dan material lempung, dan juga terdapat mineral kalsit serta sedikit glaukonitan. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Lagoon Reefs* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010).

Fasies batuan karbonat selanjutnya berdasarkan posisi stratigrafi adalah fasies *Coral and Foraminifera Grainstone*. Fasies ini berdasarkan deskripsi secara megaskopis memiliki ukuran butir/cangkang *Grainstone* termasuk ke dalam kategori batuan karbonat klastik berdasarkan klasifikasi Dunham (1962). Fasies ini didominasi *coral* dan

foraminifera. Karakter litologi umumnya memiliki abu-abu muda, halus hingga keras, terdapat mineral kalsit, *argillaceous*, material karbonat, beberapa fragmen kristalin, jejak fosil dan di beberapa bagian sedikit glaukonit, dolomit serta terdapat rekahan. Fasies ini diendapkan pada lingkungan *Lagoon Reef* berdasarkan klasifikasi Christopher Kendall dan Maurice Tucker (2010). Secara keseluruhan fasies dalam sumur Kancil-2 pada Interval *Mid Main Carbonate* Formasi Cibulakan Atas terdapat pada kolom stratigrafi (Gambar 2)



Gambar 2. Kolom Stratigrafi Sumur Kancil-1 (kiri) dan Kancil-2 (kanan)

4.2 Analisis Elektrofasies

Pola *log gamma ray* biasanya menjadi parameter utama dalam penentuan litologi pada interval tertentu di dalam sumur, selain itu biasa digunakan juga *log* tambahan seperti *log neutron* dan *log* densitas sebagai data penguat interpretasi litologi bawah permukaan. Pola respon umum *log gamma ray* ini digunakan dalam analisa elektrofasies untuk menentukan jenis litologi terutama dan pola perubahan keadaan energi pengendapan pada setiap sumur yang terdapat di lapangan Kancil. Dalam penentuan fasies pada setiap sumur di lapangan GA yang tidak memiliki batuan inti didasarkan atas analog dari pola respon *log gamma ray* yang dibantu dengan interpretasi *log* lainnya (Tabel 1). Pola setiap respon *log gamma ray* mengacu pada klasifikasi respon *log* menurut Kendall (2003).

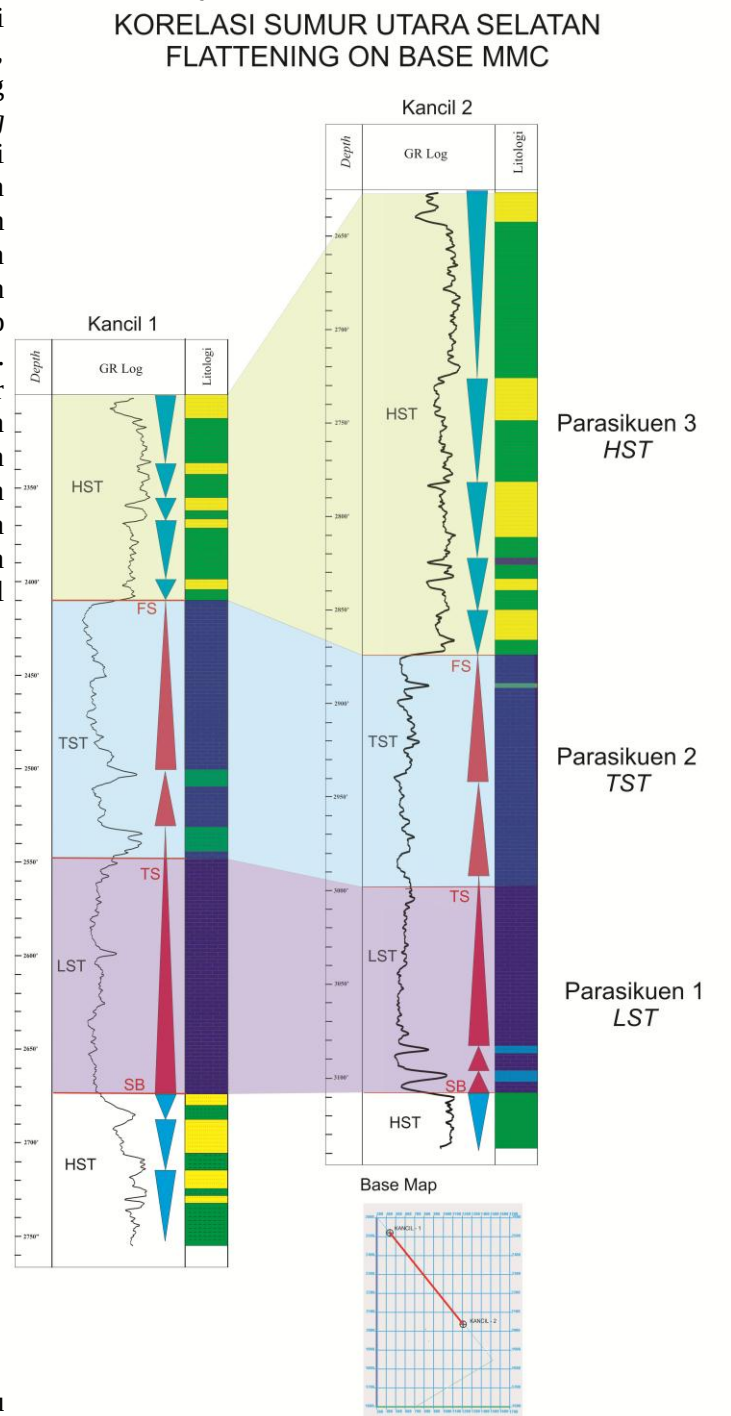
Tabel 1 . Respon Log Gamma Ray Terhadap Litofasies

Jenis Batuan	Fasies	Pola Gamma Ray (Kendall, 2003)
K a r b o n a t	Chalky Mudstone	Bell
	Skeletal Wackestone	Funnel
	Skeletal Wackestone - Packstone	
	Interclastics Mudstone Interbedded Shale	Symmetrical
	Coral and Foraminifera Grainstone	Cylindrical
	Argillaceous Coral Grainstone	Serrated

4.3 Kronostratigrafi

Konsep sikuen stratigrafi menjadi salah satu parameter penting dalam penentuan urutan waktu pengendapan berdasarkan paket – paket pengendapan nya dari yang berumur tua hingga yang muda. Sikuen stratigrafi juga berperan penting dalam melakukan

korelasi antar sumur berdasarkan parameter sikuen nya.



Gambar 3. Korelasi Sumur Kancil-1 dengan Sumur Kancil-2

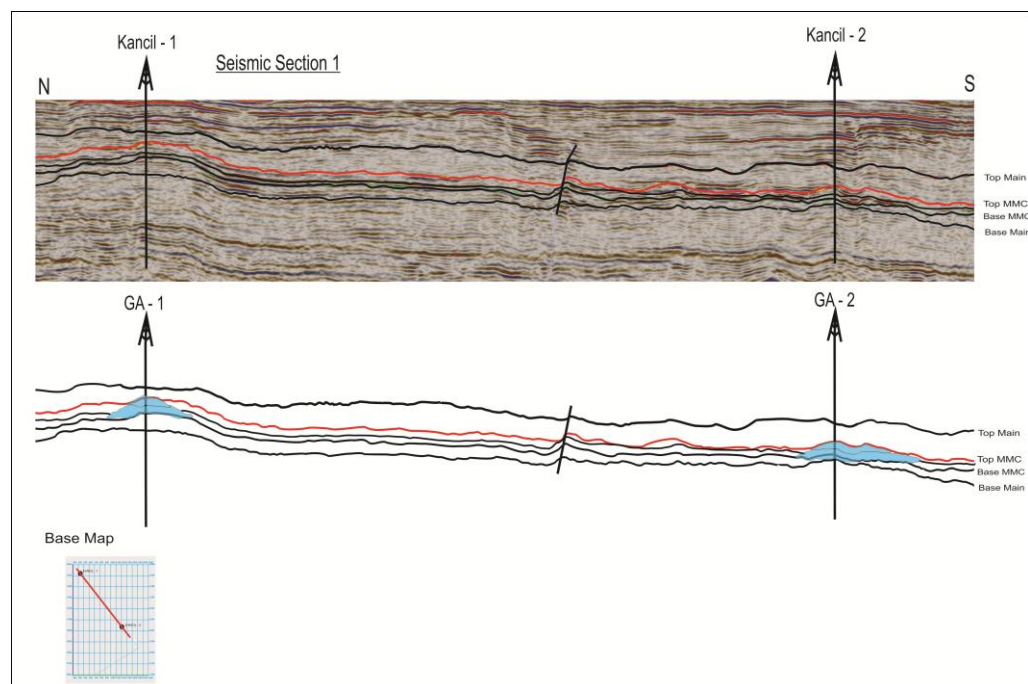
Interval penelitian dibagi menjadi 3 parasikuen, pada parasikuen 1 yaitu fase

Lowstand System Tract (LST) menurut Kendall (2003). Fase ini menandai dimulainya pertumbuhan karbonat pada interval Mid Main Carbonate pada saat keadaan air laut dangkal dengan penetrasi yang cukup. Selanjutnya, dengan dibatasi Transgressive Surface (TS) dimulai lah parasikuen 2 yaitu fase Transgressive System Tract (TST). Pada fase ini air laut mulai naik menyebabkan mulai tinggi nya kolom air sebagai ruang akomodasi. Oleh sebab itu pertumbuhan karbonat mulai terganggu dengan dominan nya influks silisiklastik pada bagian atas interval *Mid Main Carbonate* di setiap sumur. Parasikuen 3 diawali dengan muncul nya Flooding Surface (FS) maka berubahlah fase menjadi Highstand System Tract. Pada keadaan ini air laut mulai mencapai titik maksimum sehingga pertumbuhan karbonat mati dan sedimentasi mulai berubah menjadi pengendapan silisiklastik (Gambar 3).

4.4 Pola Pertumbuhan Batuan Karbonat

Pada sumur Kancil-1 dan Kancil-2 terdapat kemiripan pola pertumbuhan karbonat berdasarkan integrasi dari setiap analisis

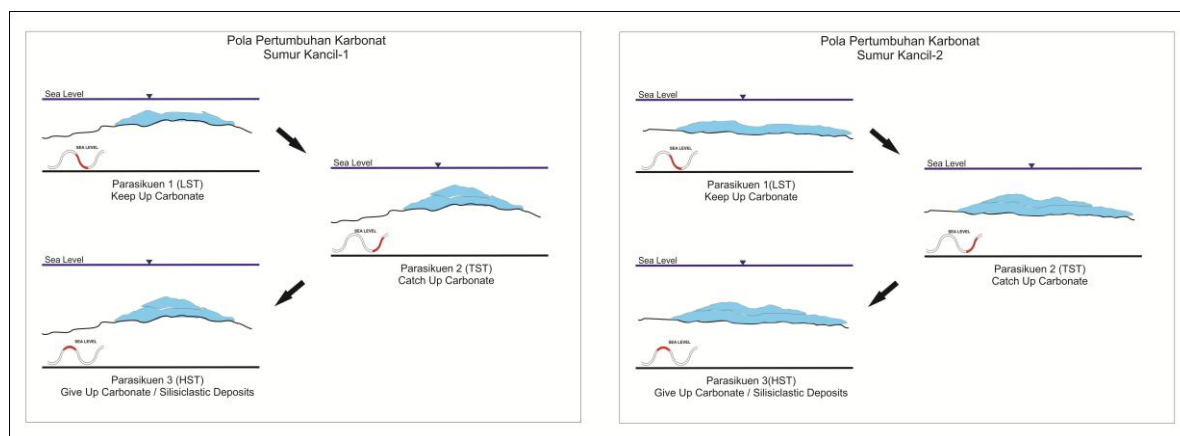
baik dari litofasies, elektrofasies, kronostratigrafi dan bentuk geometri citra seismik (Gambar 4) maka terdapat 3 pola utama pertumbuhan batuan karbonat pada interval yang mengacu pada parameter sikuen stratigrafi. Diawali pada parasikuen 1 dimana air laut berada pada titik terendah dan naik secara perlahan yaitu fase *Lowstand System Tract* (LST). Pada fase ini mulai terjadi pertumbuhan karbonat dengan pola pertumbuhan *keep-up carbonate* (Miall, 2010) dicirikan dengan karbonat yang tumbuh vertikal dan menyebar secara lateral. Pada parasikuen 2 terjadi fase *Transgressive System Tract* (TST) diawali dengan batas transgressive surface (TS), pola pertumbuhan pada fase ini adalah *catch-up carbonate* (Miall, 2010), dicirikan oleh pertumbuhan yang vertikal dan tidak sempat menyebar secara lateral seperti sebelumnya karena naik nya muka air laut secara cepat. Pada fase ini terjadi influks sedimen silisiklastik yang cukup dominan dicirikan salah satunya dengan nilai *log gamma ray* yang naik dan data litofasies dari batuan inti. Selanjutnya parasikuen 3 yaitu fase *Highstand System Tract* (HST).



Gambar 4. Bentuk dan Kemenerusan Horizon pada Lintasan Seismik

Diawali dengan batas *flooding surface* (FS) dari parasikuen sebelumnya, pada fase ini pertumbuhan telah selesai dan karbonat mati dikenal dengan istilah *give-up carbonate* (Miall, 2010) dikarenakan laju pembentukan ruang akomodasi menjadi lebih cepat sehingga karbonat tidak bisa tumbuh dan pada fase ini pola sedimentasi berubah kembali menjadi pengendapan sedimen silisiklastik bebutir halus yang

lebih dominan yang dicirikan dengan nilai *log gamma ray* meningkat dan defleksi ke arah kanan dikarenakan peningkatan unsur radioaktif yang terendapkan bersama batulempung dan sedimen berbutir halus lainnya. Pola pertumbuhan pada sumur Kancil-1 dan Kancil-2 secara umum memiliki bentuk geometri yang identik (Gambar 5).



Gambar 5. Pola pertumbuhan karbonat setiap sumur

5. KESIMPULAN

Litofasies yang terdapat pada daerah penelitian dari data batuan inti diantaranya *Skeletal Wackestone-Packstone, Interclastics Mudstone Interbedded Shale, Skeletal Wackestone, Chalky Mudstone, Argillaceous Coral Grainstone* dan *Coral and Foraminifera Grainstone*.

Berdasarkan analisis elektrofases yang dilakukan berdasarkan analog melalui respon log gamma ray didapatkan lima pola Kendall (2003) yaitu *Bell, Funnel, Symmetrical, Cylindrical* dan *Serrated* yang identik dengan masing masing litofasies (Tabel 1).

Kronostratigrafi pada setiap sumur di daerah penelitian dibagi menjadi 3 parasikuen, diantaranya parasikuen 1 yaitu fase *Lowstand System Tract* (LST), parasikuen 2 yaitu fase *Transgressive System Tract* (TST) dan yang terakhir parasikuen 3 yaitu fase *Highstand System Tract* (HST).

Pola pertumbuhan karbonat pada sumur Kancil-1 dan Kancil-2 memiliki kemiripan

satu sama lain. Secara keseluruhan terdapat 3 pola pertumbuhan, yaitu pola *keep-up carbonate* pada parasikuen 1, pola *catch-up carbonate* pada parasikuen 2 dan pola *give-up carbonate* atau pengendapan kembali sedimen silisiklastik pada parasikuen 3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah mengizinkan penulis menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada pembimbing telah membimbing dalam pengerjaan penelitian ini, kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran penelitian ini dan terima kasih kepada dosen Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran yang telah membimbing dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arpandi, D., Patmokismo, S., 1975 *The Cibulakan Formation as One of The Most Prospective Stratigraphic Units in The Northwest Java Basinal Area*, IPA Proceeding, Vol 4th Annual Convention, Jakarta.
- Dunham, Robert J. 1962. *Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textures*, AAPG Memoir 1.
- Kendall. 2003. *Carbonate and Relatives Change in Sea Level*. Mar. Geol. 44
- Kendall, C.G.St.C., Tucker, M.E. (2010) *Sequence stratigraphy: methodology and nomenclature*. Report for the International Commission on Stratigraphy. Newsletters on Stratigraphy Special Issue 44/3, 173-245.
- Miall, Andrew D, 2010, *The Geology of Stratigraphic Sequence*, 2nd edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, London.
- Narpodo, J., 1996. *Studi Konversi Kedalaman dengan Metode Stacking Velocity dan Layer Cake di daerah Jawa Barat Utara*, Skripsi-S1 Geofisika FMIPA UGM, Yogyakarta..