

## GEOLOGI DAN ANALISA FASIES PENGENDAPAN FORMASI TABUL BERDASARKAN DATA LOG DAN SEISMIK LAPANGAN HSJ CEKUNGAN TARAKAN, KALIMANTAN TIMUR

Mohamad Rizal Habibi, Premonowati, Bambang Triwibowo  
Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta  
JL. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta 55283  
Telp. (0274) 486403, 486733 ; Fax. (0274) 487816 ; Email: geoupn@indosat.net.id

**Sari** - Lokasi penelitian berada di wilayah yang dikelola oleh JOB Pertamina Medco Simenggaris. Metodologi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitis, yaitu menjelaskan data-data yang digunakan kemudian dilakukan analisa terhadap data-data tersebut untuk membuat peta kedalaman struktur.

Meliputi luas daerah  $\pm 40.000 \text{ km}^2$  dan terpisah dari Cekungan Kutai di selatan Semenanjung Mangkalihat (dasar tinggian) dimana bagian tipis singkapan berumur tersier dan *basement* Pra-Tersier. Sedimen Pliosen telah diendapkan di Cekungan Tarakan, dimana *depocentres* dipengaruhi oleh sesar *lateral strike-slip*. Selain struktur sesar, di Cekungan Tarakan berkembang 5 buah *arch* (busur) atau antiklin besar terutama di bagian barat. Dari utara ke selatan busur-busur tersebut dinamakan Busur Sebatik, Ahus, Bunyu, Tarakan dan Latih. Cekungan Tarakan dibagi menjadi empat sub-cekungan, yaitu: Sub-Cekungan Tidung, Sub-Cekungan Berau, Sub-Cekungan Bulungan dan Sub-Cekungan Muara. Stratigrafi daerah penelitian termasuk kedalam sedimen siklus 3 dalam pembentukan cekungannya dengan nama masing-masing formasi dari yang tertua, yaitu: Meliat, Tabul dan Santul, berumur Miosen Awal.

Formasi Tabul pada lapangan HSJ disusun oleh litologi perulangan batupasir dan batulempung, dengan sisipan batugamping dan batubara yang diendapkan pada lingkungan delta dengan umur formasi Miosen Akhir – Pliosen Awal berdasarkan data biostratigrafi. Pola log pada sumur-sumur HSJ pada umumnya menunjukkan pola *bell (finning upward)*. Bentuk ini diasosiasikan dengan endapan *Distributary channel* dan pola *funnel (coarsening upward)* diasosiasikan sebagai endapan *Tidal Bar*.

Berdasarkan proses yang berpengaruh didalamnya, daerah penelitian merupakan *Tide-Dominated Delta*, terjadi karena tingkat pasang surut tinggi, sehingga aliran balik kemungkinan akan menjadi sumber energi utama yang memisah sedimen. Fasies pengendapannya yaitu fasies *delta plain* dengan sub fasies *tidal bar*, *distributary channel* dan *tidal flat*.

**Kata – kata kunci** : *Tabul, Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur*

### PENDAHULUAN

Industri minyak dan gasbumi dewasa ini terus mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat. Berbagai permasalahan 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. Dalam beberapa waktu yang lalu metode yang sering dipakai dalam pengembangan lapangan minyak adalah litostratigrafi yang hanya mendasarkan pada karakteristik fisik dari litologi yang memungkinkan ketidaktepatan dalam interpretasi penyebaran fasies secara vertikal maupun lateral. Sikuen stratigrafi memberikan konsep baru dalam menentukan distribusi fasies secara lateral maupun vertikal dengan melakukan pendekatan secara genetik.

Sikuen stratigrafi adalah suatu pendekatan berorientasi pada proses untuk menginterpretasi paket sedimenter. Pengetahuan ini memberikan pemahaman atas proses-proses pengendapan dan faktor-faktor yang secara langsung mempengaruhinya. Oleh karena itu bermanfaat untuk menjelaskan dan menafsirkan kejadiannya, penyebarannya, dan geometri fasies sedimenter tersebut. Stratigrafi sekuen membantu dalam pengenalan dan penafsiran *petroleum system* meliputi fasies batuan induk, batuan resevoir dan batuan tudung yang pada akhirnya akan mengurangi resiko eksplorasi dan memperbaiki korelasi satuan-satuan reservoir untuk eksploitasi. Untuk bisa menerapkan konsep sikuen stratigrafi diperlukan berbagai data meliputi data *well log*, seismik, biostratigrafi, maupun data *core* (batu inti). Metode-metodenya adalah metode terpadu (*integrated*) berupa penggabungan berbagai hasil analisis dari tiap-tiap data di atas.

Berdasarkan hal-hal di atas, maka pada tugas akhir ini masalah yang diangkat adalah “Geologi dan analisa fasies pengendapan Formasi Tabul, berdasarkan data log GG dan seismik XO, lapangan HSJ, Cekungan Tarakan, Propinsi Kalimantan Timur”

### METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif analitis, yaitu menjelaskan data-data yang digunakan kemudian dilakukan analisa terhadap data tersebut untuk melakukan pemetaan bawah permukaan (Subsurface mapping). Dalam hal ini

interpretasi yang dilakukan adalah interpretasi kualitatif, yaitu menginterpretasi pola atau defleksi kurva – kurva log yang mencerminkan harga dari kurva log terhadap suatu jenis litologi tertentu. Data log yang diinterpretasi berjumlah 6 sumur diantaranya GG-1, GG-2, GG-3, GG-4, GG-5 dan GG-7. Interpretasi Litologi Menentukan litologi menggunakan data log sumur yang tersedia dengan dibantu oleh data *cutting* atau *side wall core*. Penentuan batas – batas sikuen dan *system tract*, digunakan metode elektrosikuen yang mengacu pada Exxon (1977) yang menyatakan bahwa sikuen pengendapan dibatasi oleh *sequence boundary* yang berada dibawahnya.

1. Dalam korelasi *marker* dan batas-batas korelasi antar log sumur didasarkan atas karakteristik bentuk log dan litologi. Tujuan korelasi adalah untuk mengetahui dan rekonstruksi kondisi bawah permukaan (struktur dan stratigrafi).
2. Menentukan horison atau *marker* dengan cara membandingkan log mekanik dari semua sumur yang didapat dan mencari bentuk-bentuk atau pola-pola log yang sama atau hampir sama.
3. Jika bentuk atau pola yang relatif sama didapatkan dan telah diyakini bahwa bentuk atau pola log tersebut mewakili perlapisan yang sama, selanjutnya dilakukan pekerjaan menghubungkan bentuk-bentuk kurva yang sama atau hampir sama antar log dari bagian atas ke arah bawah. Korelasi secara *top down* dihentikan jika korelasi tidak bisa dilakukan lagi, kemudian korelasi dilakukan secara *bottom up*. Adanya zona-zona yang tidak bisa dikorelasikan dapat ditafsirkan karena pengaruh struktur (patahan, ketidakselarasan) atau stratigrafi (pembajian, *channel up*, pemancungan, perubahan fasies).
4. Kemudian setelah korelasi selesai dilakukan akan didapatkan penampang melintang, baik penampang struktur ataupun penampang stratigrafi. Dalam pembuatan penampang stuktur, datum diletakkan pada posisi seperti keadaan saat ini (*sea level* sebagai datum) dan dalam penampang stratigrafi datum diletakkan pada posisi *marker*.
5. Melakukan pengikatan antara korelasi data log dengan seismik (*well-seismic tie*) dilakukan dengan menggunakan *software* Petrel.
6. Analisis data seismik berupa penampang seismik waktu untuk mengetahui pelamparan tiap-tiap batas antara paket pengendapan, struktur geologi dan pola-pola terminasi seismik dengan menggunakan *software* Petrel.
7. Membuat peta bawah permukaan berupa peta *depth structure* menggunakan *software* Petrel.
8. Interpretasi lingkungan pengendapan yang terdapat pada daerah telitian dengan menggabungkan peta struktur kedalaman, ketebalan, pola kurva log sumur dan kesebandingan antara sumur dihubungkan dengan pendekatan terhadap model lingkungan pengendapan yang telah ada.

## ANALISIS DELTA DENGAN PENDEKATAN SIKUEN STRATIGRAFI

### Sumur GG-1

Interpretasi batupasir pada log sumur GG-1 yaitu pada kurva log SP menunjukkan kurva menjauhi *shale base line*, kemudian nilai log GR yang rendah. Pada pembacaan kurva log resistivitas menunjukkan nilai yang relatif tinggi (Gambar 1). Dilihat dari hasil data SWC deskripsi batupasir pada Formasi Santul: batupasir, coklat, abu-abu - abu-abu terang, halus – sangat halus, terpilah sedang – baik, *subangular – subrounded*, semen karbonat, pada Formasi Tabul: batupasir, abu-abu – abu-abu terang, coklat – coklat terang, terpilah buruk – sedang, *subangular – subrounded*, semen karbonat dan silika, pada batupasir terdapat sisipan-sisipan batulempung terkadang ada sisipan batubara dan batugamping. Dari pola log tersebut diinterpretasikan sesuai dengan model Fasies Delta menurut Galloway (1975) merupakan endapan *Distributary Channel*, *Tidal Flat* dan *Tidal Bar*, yang berada pada *delta plain*.

### Sumur GG-2 (Key well)

Sumur ini merupakan sumur kunci karena dianggap memiliki data yang lebih lengkap dibandingkan dengan sumur lainnya. Berdasarkan data biostratigrafi, umur Formasi Tabul yaitu NN-12 atau Miosen akhir – Pliosen awal (Blow, 1969). Lingkungan pengendapannya merupakan lingkungan transisi (marin-kontinen), estuarin, dataran rendah pantai yang dipengaruhi oleh kondisi marin.

Interpretasi pada log sumur GG-2 menggunakan data log GR, SP, resistivitas dan porositas (Gambar 2). Berdasarkan interpretasi data tersebut, maka didapat litologi berupa batupasir, batulempung, batugamping dan batubara. Fasies pengendapannya yaitu *Distributary Channel*, *Tidal Flat* dan *Tidal Bar* pada *Delta Plain*, *Tide-Dominated Delta* (Galloway (1975).

### Sumur GG-3

Pada interpretasi litologi batupasir, kurva log GR menunjukkan nilai yang relatif rendah sedangkan kurva log SP menunjukkan nilai kurva menjauhi *shale base line* (Gambar 3). Pada deskripsi yang diambil dari data SWC, didapat litologi batupasir Formasi Santul : batupasir, abu-abu terang – abu-abu gelap, butir halus – sangat halus, terpilah sedang – baik, *subangular – subrounded*, non karbonat, dan deskripsi batupasir Formasi Tabul yaitu, batupasir, abu-abu – abu-abu gelap, butir sangat halus – halus, terpilah sedang – baik, membundar – agak membundar, porositas baik – sedang, non karbonat.

Fasies pengendapannya yaitu *Distributary Channel*, *Tidal Flat* dan *Tidal Bar* pada *Delta Plain*, *Tide-Dominated Delta* (Galloway (1975)).

#### **Sumur GG-4**

Pada sumur ini kurva log yang digunakan untuk interpretasi yaitu log SP, GR dan resistivitas. Sehingga litologi yang didapat diantaranya batupasir, batulempung, batubara dan batugamping.

Litologi batupasir diinterpretasi dari pembacaan nilai kurva log GR yang rendah, kurva log SP memperlihatkan nilai kurva yang menjauhi *shale base line* (Gambar 4). Deskripsi litologi menggunakan data mud-log yaitu untuk Formasi Santul: batupasir, abu-abu terang, butir sangat halus – halus, terpilah buruk, agak menyudut – agak membulat, non calcareous, porositas buruk. Batupasir Formasi Tabul dideskripsikan sebagai batupasir, abu-abu terang, butir sangat halus – halus, agak menyudut – agak membulat, terpilah buruk, non calcareous.

Litologi batulempung didapat dari interpretasi kurva log GR yang relatif tinggi, kurva log SP cenderung mendekati *shale base line*. Deskripsi litologi yang didapat dari data mud log pada Formasi Santul: batulempung, abu-abu terang – abu-abu, lunak, mudah larut, mengandung karbonat. Pada Formasi Tabul: abu-abu terang – abu-abu, lunak, mudah larut mengandung sedikit karbonat.

Pada interpretasi batubara didapatkan pembacaan kurva log GR yaitu memiliki nilai kurva yang cenderung rendah, kurva log SP yang mendekati *shale base line*, nilai kurva log resistivitas yang tinggi serta kurva densitas menunjukkan nilai yang rendah. Berdasarkan data mud log, deskripsi batubara yang didapatkan: batubara, coklat gelap – hitam, brittle, berstruktur seperti kayu. Keterdapatannya batubara pada sumur ini sedikit dan ada di beberapa tempat.

Interpretasi batugamping melalui log sumur cukup sulit dilakukan mengingat kurang baiknya tampilan beberapa kurva pada data log sumur GG-4 ini. Deskripsi litologi yang didapatkan dari data mud-log yaitu: batugamping, krem – coklat terang, agak keras – keras, porositas tidak bisa ditentukan. fasies pengendapan menurut Galloway (1975) yaitu *Distributary Channel*, *Tidal Bar* dan *Tidal Flat* pada *Delta Plain*, *Tide-Dominated Delta*.

#### **Sumur GG-5**

Pada sumur ini didapatkan hasil interpretasi litologi data log sumur berupa batupasir, batulempung, batubara dan batugamping. Interpretasi litologi menggunakan kurva-kurva log GR, SP, resistivitas dan densitas. Sedangkan deskripsi litologi menggunakan data *cutting*.

Interpretasi litologi batupasir didapat dari pembacaan log yang menunjukkan nilai rendah pada kurva log GR. Pada kurva log SP nilai kurvanya cenderung menjauhi *shale base line* (Gambar 5). Sedangkan untuk deskripsi litologi batupasir berdasarkan data *cutting*, yaitu: batupasir, abu-abu keputihan – abu-abu terang, butir sangat halus – halus, agak menyudut – agak membulat, terpilah buruk, non karbonat. Litologi batulempung pada sumur ini diinterpretasi dari pembacaan kurva log GR yang bernilai besar, pada pembacaan kurva log SP menunjukkan titik kurva yang cenderung mendekati *shale base line*. Deskripsi litologinya menurut data *cutting* adalah: batulempung, abu-abu terang – abu-abu, lunak, mengandung karbonat. Interpretasi batubara berdasarkan kurva log GR, SP dan densitas pada dasarnya sama dengan pembacaan pada interpretasi batubara untuk sumur GG-1, yaitu menunjukkan nilai kurva log GR yang rendah, nilai kurva SP mendekati *shale base line*, dan memiliki densitas atau RHOB yang rendah serta nilai pada kurva resistivitas yang tinggi. Deskripsi batubara pada sumur ini menurut data *cutting* yaitu, batubara, coklat gelap – hitam, brittle, berstruktur seperti kayu.

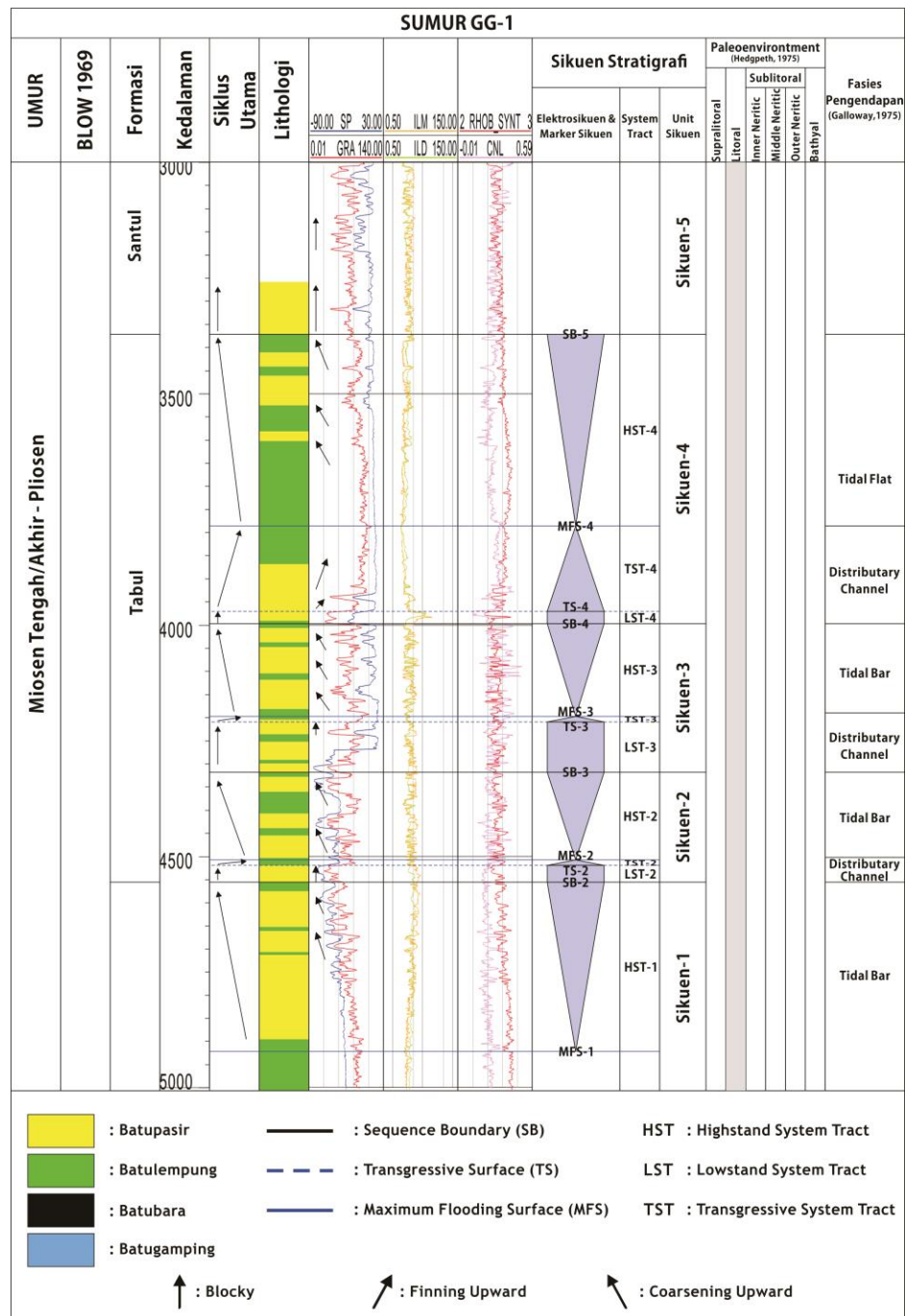
Sama seperti pada interpretasi pada sumur lainnya, litologi batugamping rumit untuk diinterpretasikan hanya dengan data log, deskripsi menggunakan data *cutting* pada sumur ini, yaitu: batugamping, krem – coklat terang, agak keras – keras, padat. Fasies pengendapan menurut Galloway (1975) yaitu *Distributary Channel*, *Tidal Bar* dan *Tidal Flat* pada *Delta Plain*, *Tide-Dominated Delta*.

#### **Sumur GG-7**

Hasil interpretasi litologi pada sumur GG-7 yaitu berupa batupasir, batulempung, batubara dan batugamping. Litologi batupasir didapat dari hasil interpretasi pembacaan nilai kurva log GR yang rendah dan pada kurva log SP memperlihatkan nilai kurva yang relatif menjauhi *shale base line* (Gambar 6). Deskripsi litologi menggunakan data *cutting* yaitu: batupasir, putih keabu-abuan – abu-abu terang, butir sangat halus – halus, agak menyudut – agak membulat, terpilah buruk, non calcareous.

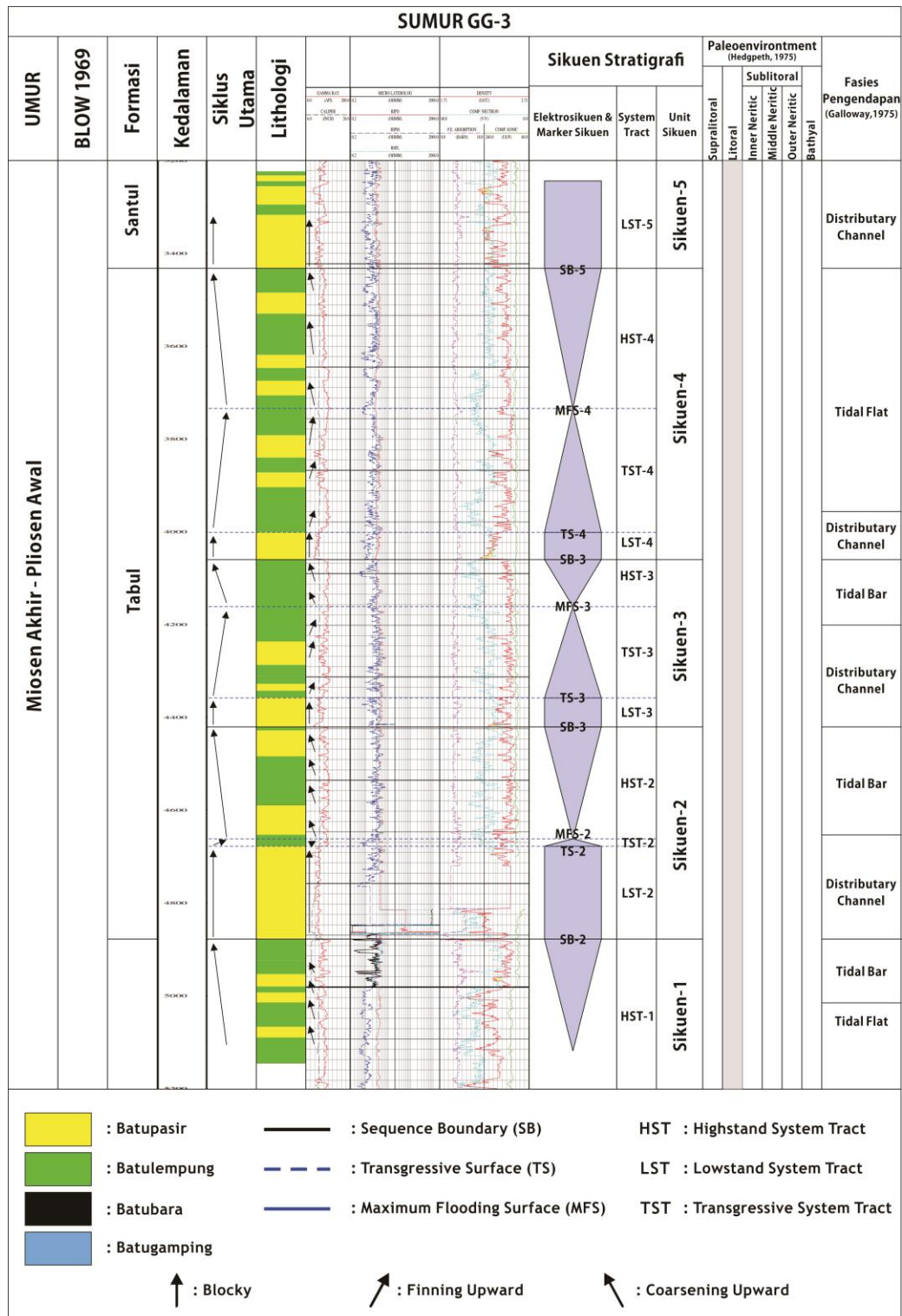
Litologi batulempung diinterpretasikan berdasarkan data log GR memperlihatkan nilai kurva yang besar karena rendahnya unsur radioaktif. Log SP memperlihatkan kenampakan kurva yang relatif mendekati *shale base line*. Dari data *cutting* didapatkan deskripsi litologi: batulempung, abu-abu terang – abu-abu, lunak, calcareous. Pada interpretasi batubara dilakukan pembacaan kurva log GR yaitu kurva menunjukkan nilai cenderung rendah, kurva log SP yang mendekati *shale base line*, nilai kurva log resistivitas tinggi serta kurva densitas memiliki nilai yang rendah. Berdasarkan data *cutting*, deskripsi batubara yang didapatkan: batubara, coklat gelap – hitam, brittle, berstruktur seperti kayu. Keterdapatannya batubara pada sumur ini sedikit dan ada di beberapa tempat.

Interpretasi batugamping berdasarkan data log sumur agak sulit dilakukan sehingga menggunakan data *cutting* dan didapatkan deskripsi: batugamping, krem – coklat terang, agak keras – keras, padat. Fasies pengendapan menurut Galloway (1975) yaitu *Distributary Channel*, *Tidal Bar* dan *Tidal Flat* pada *Delta Plain*, *Tide-Dominated Delta*.



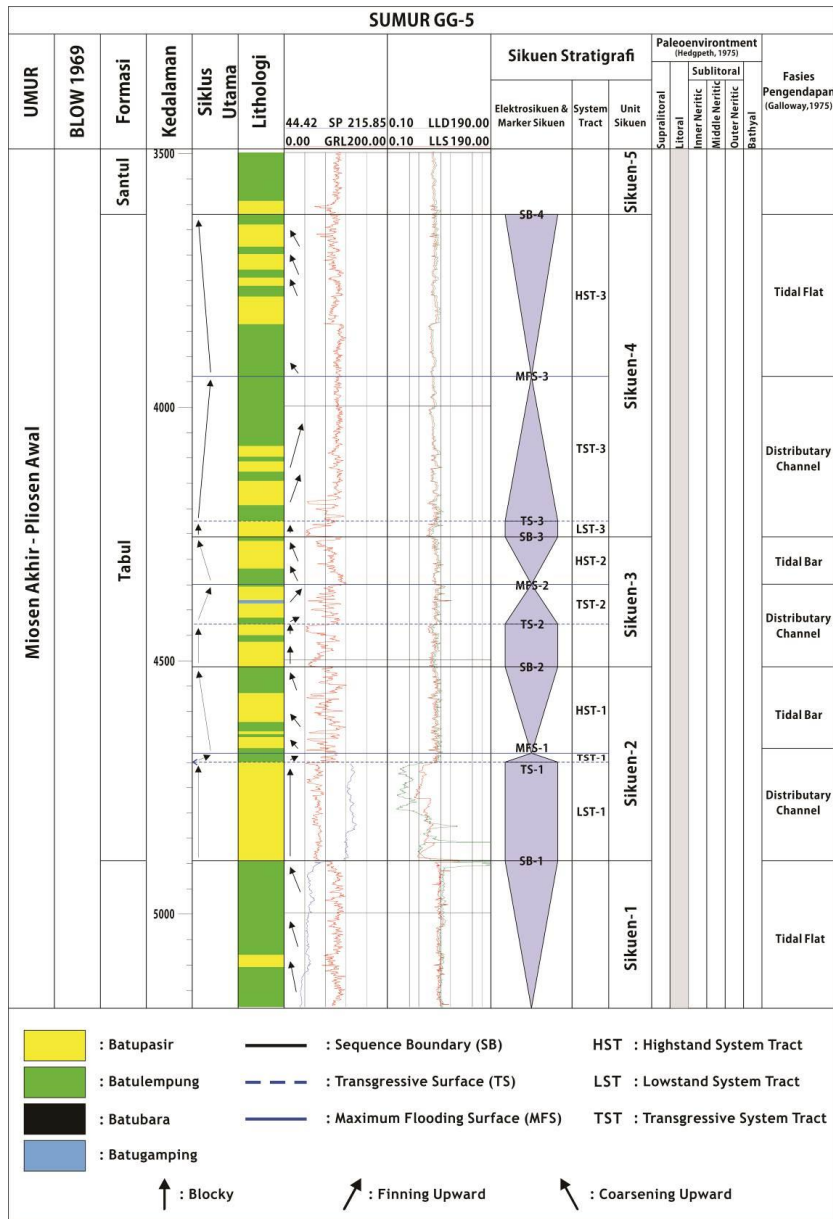
Gambar 1. Analisa litologi, elektrosikuen, system tract, unit sikuen dan lingkungan pengendapan sumur GG-1





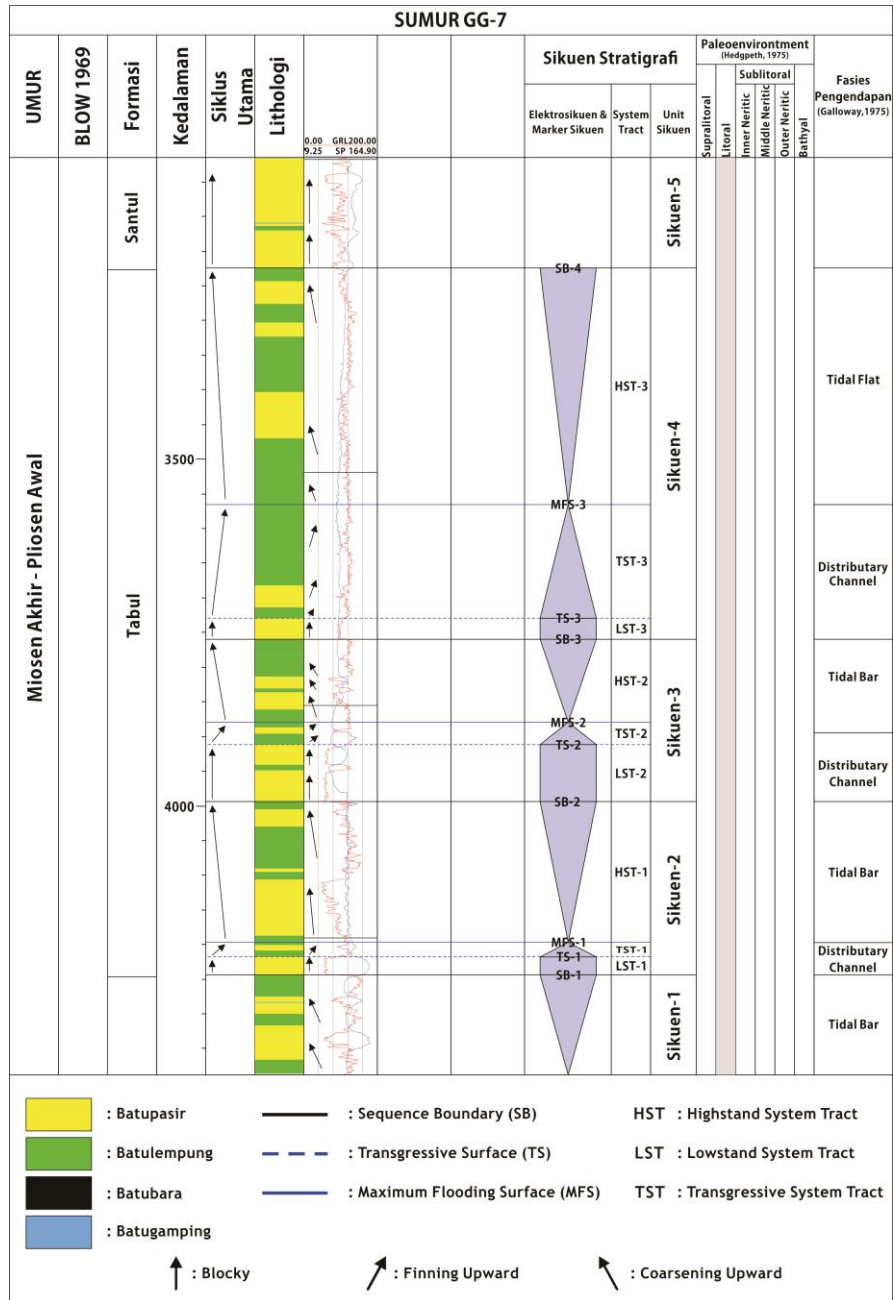
Gambar 3. Analisa litologi, elektrosikuen, system tract, unit sikuen dan lingkungan pengendapan sumur GG-3





Gambar 5. Analisa litologi, elektrosikuen, system tract, unit sikuen dan lingkungan pengendapan sumur GG-5





Gambar 6. Analisa litologi, elektrosikuen, system tract, unit sikuen dan lingkungan pengendapan sumur GG-7

**INTERPRETASI PENAMPANG SEISMIK**

Analisis penampang seismik merupakan analisis secara deskriptif yang meliputi arah penampang seismik, penyebaran datum sikuen stratigrafi dan parameter-parameter seismik lainnya seperti pola konfigurasi dan kontinuitas serta keberadaan struktur geologi. Analisis dan interpretasi penampang seismik dilakukan pada:

1. Formasi Tabul yang merupakan daerah telitian dan melakukan *picking* horison dengan mengikuti seismiknya.
2. *Picking* yang dilakukan adalah *picking horizon* yaitu Sikuen Boundary 2-5 sebagai penyebaran secara lateral.

Pada analisis penampang seismik dilakukan pengikatan data sumur dengan data seismik (*Well Seismic Tie*). Karena kualitas tampilan seismik yang kurang bagus, sehingga penarikan horison tidak begitu jelas.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan interpretasi yang dilakukan pada penelitian ini, maka penulis dapat membuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Formasi Tabul pada Lapangan HSJ disusun oleh litologi perulangan batupasir dan batulempung, dengan sisipan batugamping dan batubara yang diendapkan pada lingkungan delta dengan umur formasi Miosen Akhir – Pliosen Awal.
2. Dari hasil korelasi stratigrafi dan korelasi struktur disimpulkan bahwa urutan stratigrafi lokasi mulai dari yang tertua sampai termuda tidak berubah. Lokasi penelitian secara umum dipengaruhi oleh sesar *strike-slip*, ditandai dengan adanya *flower structure*.
3. *System tract* yang berkembang secara umum didominasi oleh *Highstand System Tract* (HST), menunjukkan kejadian transgresi yang relatif lama pada waktu pengendapannya.
4. Pola log pada sumur-sumur HSJ pada umumnya menunjukkan pola *bell* (*finning upward*). Bentuk ini diasosiasikan dengan endapan *Distributary channel* dan pola *funnel* (*coarsening upward*) diasosiasikan sebagai endapan *Tidal Bar*.
5. Berdasarkan proses yang berpengaruh didalamnya, daerah penelitian merupakan *Tide-Dominated Delta*, terjadi karena tingkat pasang surut tinggi, sehingga aliran balik kemungkinan akan menjadi sumber energi utama yang memisah sedimen. Fasies pengendapannya yaitu fasies *delta plain* dengan sub fasies *tidal bar*, *distributary channel* dan *tidal flat*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P., Coadou, A., and Mecier, F., 1989. *Electrofacies Analysis of Clastic Depositional Systems*. Total Exploration Laboratory.
- Catuneanu, Octavian, 2006. *Principle of Sequence Stratigraphy*. Department of Earth and Atmosphere Science Univ. of Alberta, Canada.
- Darmawan, Windi. *Et al*, 2009. *Tectonostratigraphy and Structural Geology of Tarakan Basin, Proceeding of Indonesian Petroleum Association, Annual Convention*, Jakarta, Indonesia.
- Galloway, W.E., 1975. *Deltas: Models for Exploration*, Houston Geological Society.
- Joint Opreation Body Pertamina – Medco Simenggaris*, 2007, *Final Well Report of GG-1, GG-2, GG-3, Joint Opreation Body Pertamina – Medco Simenggaris*, Jakarta (*unpublished*).
- Joint Operation Body Pertamina – Medco Simenggaris Pty. Ltd.*, 2000, Prospect and lead inventory of New Block, Tarakan Basin, East Kalimantan, *Joint Opreation Body Pertamina – Medco Simenggaris*, Jakarta (*unpublished*).
- Koesoemadinata, R. P., 1980. Geologi Minyak dan Gas Bumi, Edisi kedua, Jilid 1 dan 2, ITB, Bandung, Indonesia.
- Nordeck, R.E., 1974. *Geology and Stratigraphy of Tarakan Basin and Tarakan Island*, Pertamina.
- Sukmono, S., 1999. *Interpretasi Seismik Stratigrafi*, Jurusan Teknik Geofisika, Institut Teknologi Bandung.
- Walker, R.G., 1992. *Facies Models Response to Sea Level change*. Geological Association of Canada.
- Wight, A.W.R., Hare, L.H., and Reynolds, J.R., 1993. *Tarakan Basin, NE Kalimantan, Indonesia: a Century of Exploration and Future Potential*, Geological Society of Malaysia, Bulletin 33.