

**ANALISIS STRATIGRAFI TERINTEGRASI
(BIOSTRATIGRAFI, SEISMIK STRATIGRAFI DAN SIKUEN STRATIGRAFI)
DALAM IDENTIFIKASI LINGKUNGAN PENGENDAPAN
PADA UMUR OLIGOSEN – SEKARANG UNTUK EKSPLORASI HIDROKARBON
SUB-CEKUNGAN PALEMBANG, CEKUNGAN SUMATRA SELATAN**

Wahyuni Annisa Humairoh¹⁾ Muhammad Virgiawan Agustin²⁾ Akmaluddin²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl.Padjajaran (Ringroad Utara) No.104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283. info@upnyk.ac.id

²⁾ Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia 55281. info@ugm.ac.id
[*wahyuni.annisahumairoh@upnyk.ac.id](mailto:wahyuni.annisahumairoh@upnyk.ac.id)

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan hasil dari studi stratigrafi terintegrasi dengan menggabungkan analisis biostratigrafi, seismik stratigrafi dan sikuen stratigrafi yang kemudian dapat menekankan identifikasi lingkungan pengendapan yang berkembang secara komprehensif pada Sub-Cekungan Palembang Selatan. Hasil ini akan sangat membantu dalam perkembangan eksplorasi hidrokarbon Sub-Cekungan Palembang Selatan yang merupakan cekungan yang produktif menghasilkan hidrokarbon. Penelitian ini menggunakan data 2D seismik dan satu data sumur (Ugong-1) yang menembusnya berisikan informasi biostratigrafi yang lengkap dari formasi tertua yakni Formasi Lahat hingga formasi termuda saat ini berupa Formasi Air Benakat dari analisis biostratigrafi yang dilakukan. Informasi litologi dan top marker dari data *mudlog* Ugong-1. Berdasarkan analisis biostratigrafi ditemukan sembilan zonasi dari biozonasi foraminifera planktonik diseluruh interval formasi sumur Ugong-1 (*Globigerina ampliapertura* (P20/O2), *Globigerina opima opima* (P21/O3-O5), *Globigerina opima nana* (P22/O6-O7), *Globigerina ciperoensis* (P22/M1a), *Tenuitella munda* (N4/M1b), *Globigerinoides primordius* (N5/M2), *Globigerina euapertura / Catapsydrax stainforthi* (N7/M4a-M4b), *Praeorbulina sicana* (N8/M5a-M6), *Orbulina universa* (N9/M7)). Top Formasi Lahat bersesuaian dengan Top Zona P21, Top Formasi Talang Akar bersesuaian dengan Top Zona P22, Top Formasi Baturaja bersesuaian dengan Top Zona N4, Top Formasi Gumai bersesuaian dengan Top Zona N8. Berdasarkan analisis yang dilakukan dapat didefinisikan tiga sikuen pengendapan (SP1, SP2 dan SP3). Batas ketidakselarasan sangat tercermin pada data paleobatimetri dan data seismik, begitu pula dengan sikuen stratigrafinya. Lingkungan pengendapan teridentifikasi secara komprehensif diketiga SP.

Kata kunci: Biostratigrafi, Seismik fasies, Seismik stratigrafi, Sikuen Stratigrafi, Sub-Cekungan Palembang Selatan.

ABSTRACT

*This research results from an integrated stratigraphic study by combining biostratigraphic, seismic stratigraphic, and sequence stratigraphic analysis, which can then emphasize the identification of depositional environments that develop comprehensively in the South Palembang Sub-Basin. These results will significantly assist in developing hydrocarbon exploration for the South Palembang Sub-Basin, a productive basin for producing hydrocarbons. This study uses 2D seismic data and one well data (Ugong-1) that penetrates contains complete biostratigraphic information from the oldest formation, namely the Lahat Formation, to the youngest formation currently, the Air Benakat Formation from the biostratigraphic analysis carried out: lithology and top marker information from Ugong-1 mudlog data. Based on the biostratigraphic analysis, nine biozonation of planktonic foraminifera were found throughout the formation interval of the Ugong-1 well (*Globigerina ampliapertura* (P20/O2), *Globigerina opima opima* (P21/O3-O5), *Globigerina opima nana* (P22/O6-O7), *Globigerina ciperoensis* (P22/M1a), *Tenuitella munda* (N4/M1b), *Globigerinoides primordius* (N5/M2), *Globigerina euapertura / Catapsydrax stainforthi* (N7/M4a-M4b), *Praeorbulina sicana* (N8/M5a-M6), *Orbulina universa* (N9/ M7)). The top of the Lahat Formation corresponds to Top Zone P21, the Top of the Talang Akar Formation corresponds to Top Zone P22, the Baturaja Formation corresponds to the Top Zone of N4, Top of the Gumai Formation corresponds to the Top Zone of N8. Based on the analysis, three depositional sequences (SP1, SP2, and SP3) can be defined. Unconformity boundaries are strongly reflected in paleo bathymetric data and seismic data, as well as sequence stratigraphy. The depositional environment is comprehensively identified in all three depositional sequences.*

Keywords: Biostratigraphy, Seismic facies, Seismic Stratigraphy, Sequence Stratigraphy, South Palembang Sub-Basin.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sudah banyak penelitian yang dilakukan pada Cekungan Sumatera Selatan, namun masih jarang penelitian mengenai analisis stratigrafi terintergrasi dari analisis biostratigrafi, seismik stratigrafi dan sikuen stratigrafi yang dilakukan pada cekungan ini. Umumnya, hanya diketahui range umur yang panjang dari masing-masing formasi dan terkadang masih

ada perbedaan pendapat dari kisaran umur tersebut serta hubungan antar formasi-formasi tersebut. Beberapa penelitian biostratigrafi yang sudah ada, umumnya tidak menggunakan metode biostratigrafi detail. Contohnya pada penelitian oleh Ginger dan Fielding (2005). Selain itu hasil dari investigasi umur setiap formasi belum tercermin dengan kenampakan seismik stratigrafi yang juga merupakan bentuk kronostratigrafi dengan cakupan data yang luas. Analisis stratigrafi terintegrasi ini memperlihatkan hubungan umur dari analisis biostratigrafi dari data sumur yang detail secara vertikal dengan seismik stratigrafi yang dapat membuktikan kenampakan tersebut secara lateral. Kemudian hubungan keduanya akan dijembatani dengan analisis sikuen stratigrafi-nya. Selain itu kenampakan seismik fasies dan terminasi refleksi hasil dari analisis seismik stratigrafi yang merupakan cerminan energi pengendapan didukung dengan jenis fosil yang ditemukan dari analisis biostratigrafi akan menguatkan identifikasi lingkungan pengendapan yang berkembang di Cekungan Sumatra Selatan khususnya yang berkembang pada Sub-Cekungan Palembang Selatan yang merupakan lokasi penelitian ini (**Gambar 1**). Interpretasi struktur yang juga dilakukan pada analisis seismik stratigrafi mencerminkan even tektonik yang terjadi pada lokasi penelitian. Hasil dari penelitian ini sangat berdampak pada eksplorasi hidrokarbon pada Sub-Cekungan Palembang Selatan.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan dan menginterpretasikan urutan stratigrafi batuan serta dampaknya terhadap eksplorasi hidrokarbon di Sub-Cekungan Palembang Selatan. Pendekatan yang digunakan berupa integrasi analisis biostratigrafi, seismik stratigrafi dan sikuen stratigrafi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data seismik 2D dengan satu data sumur (Ugong-1) yang menembusnya berisikan informasi biostratigrafi yang lengkap dari formasi tertua yakni Formasi Lahat hingga formasi termuda saat ini berupa Formasi Air Benakat. Data tambahan lainnya berupa data *mudlog* dari sumur Ugong-1. Metode penelitian yang dilakukan meliputi analisis biostratigrafi, seismik stratigrafi dan sekuen stratigrafi. Intergarsi dari ketiga analisis tersebut digunakan untuk menentukan lingkungan pengendapan dari umur Oligosen hingga saat ini pada lokasi penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Cekungan Sumatra Selatan adalah cekungan belakang busur yang dibatasi oleh Selat Malaka (secara geologi berupa Paparan Sunda dalam Bishop, 2001) di sebelah utara dan timur laut, kawasan kaki Pegunungan Barisan di sebelah selatan dan barat daya, tinggian pegunungan Tiga Puluh membatasi sebelah barat dan Tinggian Lampung membatasi di sebelah timur (Pulunggono dkk., 1992).

Cekungan Sumatra Selatan berdasarkan Bishop (2001) dibagi menjadi beberapa sub-cekungan yaitu: Sub-Cekungan Jambi, Sub-Cekungan Palembang Utara, Sub-Cekungan Palembang Tengah, Sub-Cekungan Palembang Selatan dan Sub-Cekungan Bandar Jaya. Lokasi penelitian berada pada Sub-Cekungan Palembang Selatan yang ditunjukkan pada **Gambar 1**, pada area deposenter cekungan.

Tektonik Cekungan Sumatra Selatan

Hasil peristiwa tektonik yang mempengaruhi pembentukan Sub-Cekungan Palembang Selatan, Cekungan Sumatra Selatan tergambar pada **Gambar 1** yang merupakan peta elemen struktural cekungan ini. Peristiwa tektonik dimulai dari pertengahan Mesozoikum dan dapat dibagi menjadi 3 fase, yaitu:

- Fase pertama terjadi pada pertengahan Mesozoikum, dimana endapan-endapan Paleozoik dan Mesozoik termetamorfkan, terlipatkan dan terpatahkan membentuk suatu struktur yang kemudian diintrusi oleh batolit granit (De Coster, 1974). Fase ini merupakan fase tektonik kompresi akibat zona subduksi yang menghasilkan pola wrench movement berarah Barat Laut-Tenggara. Zona subduksi ini diindikasikan dengan adanya *trend* intrusi granitoid yang berorientasi barat laut-tenggara (Pulunggono dkk., 1992).
- Fase kedua terjadi pada Kapur Akhir – Tersier Awal berupa fase tektonik ekstensi yang menghasilkan gerak-gerak ekstensional dan membentuk struktur berupa horst dan graben dengan arah umum Utara-Selatan (De Coster, 1974). Kemudian Sumatra Selatan terotasi sejauh 15° searah jarum jam pada Miosen yang menghasilkan orientasi horst-graben yang terlihat saat sekarang yang berarah timur laut-barat daya (Ginger dan Fielding, 2005). Ginger dan Fielding, (2005) membagi fase kedua menjadi 2 fase yaitu, *syn-rift megasequence* dan *post-rift megasequence*. Dinamakan sebagai fase *syn-rift megasequence* akibat proses ekstensi yang menyebabkan pembukaan (*rifting*) pada Cekungan Sumatra Selatan. Setelah fase ini terjadi proses kenaikan air laut (transgresi) yang bertahan lama sehingga terendapkan *shale* yang tebal yang disebut dengan fase *post-rift megasequence*.
- Fase ketiga terjadi pada Plio-Plistosen sampai dengan sekarang berupa fase tektonik kompresi yang diakibatkan oleh konvergensi Samudra Hindia terhadap pulau Sumatra yang menyebabkan terjadinya tektonik *strike-slip*. Pada fase ini terjadi pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan yang menghasilkan sesar mendatar yang berkembang sepanjang Pegunungan Bukit Barisan (De Coster, 1974). Fase ini berperan dalam

pembentukan struktur perlipatan dan sesar hingga masa kini dimana menghasilkan perlipatan transpressional yang berorientasi barat laut-tenggara (Ginger dan Fielding, 2005).

- Fase ketiga merupakan proses inversi tektonik pada struktur sesar berorientasi Barat Laut-Tenggara, sehingga sesar ini teraktivasi kembali (Pulunggono dkk., 1992). Pada fase tektonik ini menghasilkan lipatan yang berarah Barat Laut – Tenggara dengan sesar yang terbentuk berarah Timur Laut – Barat Daya dan Barat Laut – Tenggara (**Gambar 1**).

Stratigrafi Sub-Cekungan Palembang Selatan

Stratigrafi daerah cekungan Sumatra Selatan secara umum dapat dikenal satu *megacycle* yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi. Formasi yang terbentuk selama fase transgresi dikelompokkan menjadi Kelompok Telisa (Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, dan Formasi Gumai). Kelompok Palembang diendapkan selama fase regresi (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, dan Formasi Kasai), sedangkan Formasi Lemat dan older Lemat diendapkan sebelum fase transgresi utama. Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan menurut Ginger dan Fielding (2005) yang ditemukan pada lokasi penelitian yaitu Sub-Cekungan Palembang Selatan sebagai berikut:

Batuan Pre Tersier / Basement

Basement pada Cekungan Sumatra Selatan sangat bervariasi, tersusun atas kompleks interkalasi batuan beku, metamorf, dan sedimen yang membentuk basement. Ginger dan Fielding (2005) telah menyederhanakan kompleks basement di Cekungan Sumatra Selatan disesuaikan dengan umur yang bervariasi dan susunan antar litologi basement yang berarah NW-SE. Morfologi basement ini diduga mempengaruhi morfologi *horst-graben system* pada fase rift diumur Eo-Oligosen, yang kemudian menjadi lokasi dengan efek inversi/*strike-slip* diumur Plio-Pleistosen, terbentuknya basement fractured reservoir karena berkembangnya rekahan di basement.

Formasi Lahat/Lemat

Pengendapan Formasi Lahat berkisar dari Eosen hingga awal Oligosen. Pada formasi ini dapat dijumpai litologi tuff, litologi klastik berbutir kasar dan granite wash kemudian secara selaras litologi shale, batulanau, batupasir dan barubara. Pengendapan litologi tersebut pada area lakustrin/*marginal lacustrine environment*.

Formasi Talang Akar

Formasi talang akar terendapkan saat akhir fase syn-rift dan awal fase post-rift, dimana berkembangnya fluvial dan delta di seluruh cekungan. Pada awal Miosen kondisi fluvial mulai tergantikan dengan kondisi delta, area transisi laut (marginal marine) dan lingkungan laut dalam. Hal ini disebabkan sistem transgresi yang berkembang. Formasi ini memiliki kisaran umur pada N3-N5 (Pulunggono, 1986).

Formasi Baturaja

Berkembangnya transgresi laut di awal-tengah Miosen menyebabkan hadirnya shale laut dalam pada area *graben* cekungan dan kondisi laut dangkal yang berkembang pada area *horst* cekungan (intra-basinal highs) yang mana banyak berkembang disisi timur Cekungan Sumatra Selatan, yang berarti *supply sediment* datang dari barat. Formasi Baturaja terendapkan diatas formasi Talang Akar secara selaras pada fase transgresi yang terus berlanjut. Produksi karbonat berkembang pesat saat ini dan mengakibatkan pengendapan batugamping baik pada anjungan di tepi cekungan, maupun sebagai terumbu karang di dataran tinggi intra-cekungan. Reservoir karbonat berkualitas tinggi umum terdapat di bagian selatan cekungan, tetapi lebih jarang di sub-cekungan Jambi di bagian utara. Hal ini disebabkan meningkatnya supply sediment dari arah utara dan paparan karbonat yang lebih tinggi ke arah selatan dan timur.yang meningkatkan porositas sekunder Formasi ini tersusun atas shale, batupasir, batugamping baik batugamping klastik dan terumbu. Berdasarkan metode penarikan umur zonasi planktonik Blow di dalam Pulunggono (1986), formasi ini terendapkan ke dalam umur Miosen Akhir (N5-N8?). Sedangkan menurut Ginger & Fielding (2005), Formasi ini berumur Miosen Awal.

Formasi Gumai

Transgressi laut yang terus berkembang sehingga Formasi Gumai tersusun atas shale laut dalam, batulanau dan batupasir. Formasi ini terendapkan cukup tebal. Formasi Gumai memiliki hubungan yang selaras dan dibeberapa area *onlapping* dengan Formasi Baturaja. Formasi Gumai ini mengakhiri fase transgresi pada cekungan Sumatra selatan, dan berganti menjadi fase Regresi dimana batuannya secara gradual menjadi lebih kasar. Gumai shale mendominasi seluruh cekungan menciptakan *seal regional* yang paling luas. Pada bagian yang lebih muda Formasi Gumai progradasi delta mulai menggantikan *open marine system*. Formasi ini memiliki ketebalan yang bervariasi pada Cekungan Sumatera Selatan, terutama Cekungan Palembang antara 150 m hingga 500 m dengan umur pengendapan N9 – N12 berdasarkan penarikan zonasi planktonik Blow (Pulunggono, 1992).

Formasi Air Benakat

Formasi Air Benakat terendapkan secara selaras diatas formasi Gumai, dengan litologi berupa serpih karbonatan, batulanau, dan batupasir berukuran kasar. Formasi ini terendapkan pada sistem regresi yang berkembang, dimana laut

dalam berubah menjadi laut dangkal dan area transisi laut (marine marginal). Hal ini dipengaruhi besarnya supply sedimen yang terjadi. Kualitas reservoir yang bagus (high-quality reservoir) berupa reservoir batupasir laut dangkal terbentuk di formasi ini dan mendominasi seluruh cekungan. Namun di area barat cekungan pengaruh dari aktivitas Barisan Mountains menghasilkan banyak kandungan vulkanik pada batupasir bagian atas Formasi ini, yang menyebabkan kualitas Formasi ini sebagai batuan reservoir berkang pada bagian Barat. Kondisi lingkungan transisi pada umur N11/N12 hingga N16 berdasarkan penarikan umur zonasi Planktonik (Palunggono, 1986). Sedangkan menurut Ginger & Fielding (2005), Formasi ini terendapkan selama Miosen Tengah.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan pengamatan fosil foraminifera planktonik pada sumur Ugong-1 di Sub-Cekungan Palembang Selatan dengan analisis biostratigrafi, Sub Cekungan Palembang Selatan dapat dibagi menjadi 9 zona (**Gambar 2**), antara lain adalah sebagai berikut ini:

Biostratigrafi: Biozonasi Foraminifera Planktonik

1. Zona *Globigerina ampliapertura* (P20 / O2)

Jenis Zona : Zona kisaran sebagian.

Umur : Zona *Globigerina ampliapertura* ini sebanding dengan zona P20 / N1 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona O2 yang berumur 30,3 – 32,0 juta tahun lalu (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada Oligosen Tengah.

Definisi : Datum awal dari zona ini tidak ditemukan, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Globigerina ampliapertura*, yang hadir pada kedalaman 1970 m.

Ketebalan : Total ketebalan dari zona ini adalah 240 m (kedalaman 2210 m hingga 1970 m).

2. Zona *Globigerina opima opima* (P21 / O3-O5)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Globigerina opima opima* ini sebanding dengan zona P21 / N2 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona O3-O5 (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada Oligosen Tengah-Akhir. Secara umur absolut, zona ini berumur 30,3 Juta tahun lalu (LO *Globigerina ampliapertura*) hingga 27,5 juta tahun lalu (LO *Globigerina opima opima*).

Definisi : Datum awal dari zona ini adalah Akhir Kemunculan (LO) dari *Globigerina ampliapertura*, pada kedalaman 1970 m sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah Akhir Kemunculan (LO) dari *Globigerina opima opima*. Akhir Kemunculan dari *Globigerina opima opima* ditemukan pada kedalaman 1752 m.

Ketebalan : Total ketebalan dari zona ini adalah 218 m (kedalaman 1970 m hingga 1752 m).

3. Zona *Globigerina opima nana* (P22 / O6-O7)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Globigerina opima nana* ini sebanding dengan zona P22 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona O6-O7 (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Oligosen Akhir. Secara umur absolut, zona ini berumur 27,5 juta tahun lalu (LO *Globigerina opima opima*) hingga 24,3 Juta tahun lalu (LO *Globigerina opima nana*).

Definisi : Datum yang membatasi bagian bawah dari zona ini adalah Akhir Kemunculan dari *Globigerina opima opima* pada kedalaman 1752, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Globigerina opima nana* pada kedalaman 1402.

Ketebalan : Total ketebalan dari zona ini adalah 350 m (kedalaman 1752 m hingga 1402 m).

4. Zona *Globigerina ciperoensis* (P22 / M1a)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Globigerina ciperoensis* ini sebanding dengan zona P22 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M1a (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Miosen Awal. Secara umur absolut, zona ini berumur 24,3 Juta tahun lalu (LO *Globigerina opima nana*) hingga 23,68 juta tahun lalu (LO *Globigerina ciperoensis ciperoensis*).

Definisi : Datum awal berupa Akhir Kemunculan (LO) dari *Globigerina opima nana* pada kedalaman 1092 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Globigerina ciperoensis* pada kedalaman 1402 m.

Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 310 m (kedalaman 1402 m hingga 1092 m).

5. Zona *Tenuitella munda* (N4 / M1b)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Tenuitella munda* ini sebanding dengan zona N4 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M1b (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Miosen Awal. Secara umur absolut, zona ini berumur 23,68 juta tahun lalu (LO *Globigerina ciperoensis*) hingga 21,4 juta tahun lalu (LO *Tenuitella munda*).

Definisi : Datum awal berupa Akhir Kemunculan (LO) dari *Globigerina ciperoensis* pada kedalaman 1092 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Tenuitella munda* pada kedalaman 984 m.

Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 108 m (kedalaman 1092 m hingga 984 m).

6. Zona *Globigerinoides primordius* / *Catapsydrax dissimilis* (N5 / M2)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Catapsydrax dissimilis* ini sebanding dengan zona N5 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M2 (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Miosen Awal. Secara umur absolut, zona ini berumur 21,4 Juta tahun lalu (LO *Tenuitella munda*) hingga 18,77 juta tahun lalu (LO *Globigerinoides primordius*). Setelah itu terjadi loncatan umur dari 18,77 juta tahun lalu (LO *Globigerinoides primordius*) hingga 17,62 juta tahun lalu (LO *Catapsydrax dissimilis*).

Definisi : Datum awal berupa Akhir Kemunculan (LO) dari *Tenuitella munda* pada kedalaman 984 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Globigerinoides primordius* dan akhir kemunculan (LO) dari *Catapsydrax dissimilis* pada kedalaman 844 m.

Catatan:

(Adanya akhir kemunculan dua biodatum yang bersamaan meski berbeda umur pada kedalaman yang sama, menunjukkan adanya *Gap zone* yang mengindikasi adanya lompatan umur. Lompatan umur atau *Gap zone* ini disebabkan oleh sesar turun yang memotong sumur pada kedalaman ini).

Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 108 m (kedalaman 1092 m hingga 984 m).

7. Zona *Globigerina euapertura* / *Catapsydrax stainforthi* (N7 / M4a-M4b)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Catapsydrax stainforthi* ini sebanding dengan zona N7 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M4a – M4b (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Miosen Awal. Secara umur absolut, zona ini berumur 17,62 juta tahun lalu (LO *Catapsydrax dissimilis*) hingga 16,4 Juta tahun lalu (LO *Globigerina euapertura*). Setelah itu terjadi loncatan umur dari 16,4 Juta tahun lalu (LO *Globigerina euapertura*) hingga 16,36 juta tahun lalu (LO *Catapsydrax stainforthi*).

Definisi : Dengan datum awal berupa akhir kemunculan (LO) dari *Globigerinoides primordius* dan akhir kemunculan (LO) dari *Catapsydrax dissimilis* pada kedalaman 844 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Globigerina euapertura* dan akhir kemunculan (LO) dari *Catapsydrax stainforthi* pada kedalaman 440 m).

Catatan:

(Adanya akhir kemunculan dua biodatum yang bersamaan meski berbeda umur pada sampel yang sama, menunjukkan adanya *Gap zone* yang mengindikasi adanya lompatan umur. Lompatan umur ini diinterpretasikan disebabkan karena tidak adanya pengendapan pada umur tersebut, yang kemungkinan terjadi setelah *maximum flooding surface* (MFS)).

Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 410 m (kedalaman 844 m hingga 440 m).

8. Zona *Praeorbolina sicana* (N8 / M5a-M6)

Jenis Zona : Zona selang

Umur : Zona *Praeorbolina sicana* ini sebanding dengan zona N8 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M5a – M6 (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur Miosen Awal. Secara umur absolut, zona ini berumur 16,36 juta tahun lalu (LO *Catapsydrax stainforthi*) hingga 14,56 Juta tahun lalu (LO *Praeorbolina sicana*).

- Definisi : Datum awal berupa akhir kemunculan (LO) dari *Globigerina euapertura* dan akhir kemunculan (LO) dari *Catapsydrax stainforthi* pada kedalaman 440 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini adalah akhir kemunculan (LO) dari *Praeorbulina sicana* pada kedalaman 70 m.
- Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 370 m (kedalaman 440 m hingga 70 m).

9. Zona *Orbulina universa* (N9 / M7)

- Jenis Zona : Zona kisaran sebagian.
- Umur : Zona *Orbulina universa* ini sebanding dengan zona N9 pada zonasi Blow (1969, dalam Bolli dan Saunders, 1985), dan termasuk kedalam Zona M7 (Wade dkk., 2011) yang termasuk pada umur awal Miosen Tengah. Zona ini lebih muda dari 14.23 juta tahun yang lalu.
- Definisi : Datum awal berupa akhir kemunculan (LO) dari *Praeorbulina sicana* pada kedalaman 70 m, sedangkan datum akhir yang membatasi zona ini tidak ditemukan.
- Ketebatan : Total ketebalan dari zona ini adalah 70 m (kedalaman 70 m hingga 0 m).

Kesembilan zonasi ini disetarakan dengan keberadaan top formasi pada data *mudlog* sumur Ugong-1 berdasarkan informasi kedalaman sangat bersesuaian. **Gambar 2** menunjukkan bahwa Top Formasi Lahat bersesuaian dengan Top Zona P21 dimana interval Formasi Lahat berkembang dari Zona P20 sampai dengan P21. Top Formasi Talang Akar bersesuaian dengan Top Zona P22 dimana pengendapan Formasi Talang Akar terjadi selama Zona P22. Top Formasi Baturaja bersesuaian dengan Top Zona N4 dimana pengendapan Formasi Baturaja terjadi selama Zona N4. Top Formasi Gumai bersesuaian dengan Top Zona N8 dimana interval Formasi Gumai berkembang dari Zona N5, N7 dan N8. Hilangnya Zona N6 pada sumur Ugong-1 menunjukkan adanya *Gap Zone* yang mengindikasikan adanya lompatan umur.

Analisis Seismik Stratigrafi dan Sekuen Stratigrafi: Integrasi Data *Mudlog* dan Biostratigrafi

Interpretasi seismik yang dilakukan telah diikat dengan data *mudlog* dari sumur untuk mendekripsi batas urutan yang tepat dan kemungkinan penyebab variasi amplitudo seismik. Berdasarkan integrasi analisis seismik stratigrafi dan interpretasi seismik (**Gambar 3**) dengan analisis sikuen stratigrafi dari data *mudlog* dan data paleobatimetri (Agustin, dkk. 2019) (**Gambar 4**) yang dilakukan dapat didefinisikan tiga sikuen pengendapan/*the depositional sequence* (SP1, SP2 dan SP3).

Batas ketidakselarasan sangat tercermin pada data paleobatimetri dan data seismik.

Lingkungan pengendapan dan even tektonik yang terjadi pada Sub-Cekungan Palembang Selatan yang telah dijelaskan oleh Ginger dan Fielding (2005) sangat tercermin pada hasil analisis yang dilakukan dan selanjutnya lebih spesifik.

Sikuen Pengendapan Pertama (SP1)

Sikuen ini tersusun atas pengendapan Formasi Lahat, dimana bagian bawah dari sikuen pengendapan pertama ini dibatasi oleh SB0 yang merupakan Top Basement. SB0 menggambarkan batas erosi saat pembentukan cekungan. Sub Cekungan Palembang Selatan merupakan cekungan *half-graben*, yang artinya inisiasi *rifting* di mulai pada satu patahan utama. Patahan utama ini berapa pada sisi sebelah timur cekungan (**Gambar 2**). Kemudian Formasi Lahat mulai terendapkan dengan susunan litologi berupa batupasir, sisipan batubara dan batupasir tuffan. Pengendapan Formasi Lahat bagian bawah ini terjadi selama zona P20, diawali Oligosen. Batas Top P20 dari hasil analisis biostratigrafi dengan zona *Globigerina ampliapertura* ini tercermin pada seismik. Formasi Lahat bagian bawah *onlapping* terhadap basement di tepi cekungan (juga ke arah patahan inisiasi *rifting*) dan di area deposenter cekungan teridentifikasi *downlapping*. Arah *downlapping* dari barat ke timur mengindikasikan arah pengendapan, dimana sumber input sedimen datang dari arah barat ke timur. Sisipan batubara dengan litologi lainnya menghasilkan reflektor seismik dengan amplitudo yang jelas dan cukup kontinyu, hal ini menunjukkan energi yang cukup tenang saat pengendapan. Sikuen stratigrafi yang berkembang berdasarkan data paleobatimetri adalah *Low Stand System Track* (LST) dengan kedalaman yang sangat dangkal 0-10 m, kemudian karena fosil *marine* masih ditemukan sehingga lingkungan pengendapan yang berkembang berupa lingkungan transisi berenergi rendah seperti delta plain.

Hal ini berbeda dengan yang dikemukakan oleh Ginger dan Fielding (2005) yang menyatakan Formasi Lahat berkembang pada lingkungan lakustrin. Pada Sub-Cekungan Palembang Selatan Formasi Lahat bagian bawah berkembang pada lingkungan pengendapan transisi.

Selanjutnya muka air laut mulai naik sehingga sikuen stratigrafi yang berkembang berdasarkan data paleobatimetri adalah *Transgressive System Track* (TST). Lingkungan pengendapan yang berkembang adalah laut, namun batas MFS1 tidak begitu tercerminkan pada data seismik. Kemudian dilanjutkan dengan *High Stand System Track* (HST) sampai

dibatasi dengan batas ketidakselarasan (*unconformity*) yang jelas tercerminkan pada data seismik sebagai batas *Toplap*. Batas ketidakselarasan ini setara dengan Top P21 dari hasil analisis biostratigrafi dengan zona *Globigerina opima opima* sebagai SB1. Formasi Lahat bagian atas mulai terendapkan dengan susunan litologi berupa batupasir, *shale* dan batupasir tuffan. Area deposenter cekungan sudah masuk pada lingkungan pengendapan laut dengan kedalaman sampai pada 270 m. Terlihat reflektor seismik yang kontinyu dan *subparallel* yang mengindikasikan area dengan energi rendah. Namun pada batas Top 21 di tepi cekungan terlihat seismik fasies dengan geometri *fan complex* yang sangat jelas (**Gambar 2**), hal ini mengindikasikan lingkungan pengendapan Formasi Lahat bagian atas selama zona P21 di tepi cekungan berkembang pada area transisi. Sehingga lingkungan transisi yang sebelumnya pada area deposenter telah beralih ke tepi cekungan. Tidak ada lompatan umur yang terjadi selama pengendapan Formasi Lahat. Formasi ini berkembang pada fase *synrift* sebagai formasi yang menginisiasi pengisian cekungan.

Sikuen Pengendapan Kedua (SP2)

Sikuen ini tersusun atas pengendapan Formasi Talang Akar dan Formasi Baturaja, dimana batas bawah sikuen ini dibatasi oleh SB1 yang merupakan Top Formasi Lahat. SB1 setara dengan Top P21 yang didefinisikan sebagai *Toplap* pada batas terminasi refleksi seismik. *Toplap* menggambarkan batas erosi hasil proses progradasi HST sebelumnya. Pada data paleobatimetri juga menunjukkan adanya penurunan muka air laut yang sangat drastis sampai pada kedalaman 0 m (**Gambar 2**). Pengendapan awal sikuen ini dimulai dengan pengendapan Formasi Talang Akar bagian bawah selama masa LST dan TST awal, terjadi selama zona P22/O6-O7. Formasi Talang Akar bagian bawah ini tersusun atas perselingan batupasir dan *shale*, batas atas dari pengendapan ini merupakan Top P22/O6-O7 yang dari hasil analisis biostratigrafi dinamakan sebagai zona *Globigerina opima nana*. Batas ini tercermin pada data seismik dengan seismik fasies diskontinyu pada area deposenter. Formasi ini menandakan masuknya fase *post rift* dimana pengendapannya mulai terjadi pada area tinggian basement (tipis). Adanya kenaikan muka air laut sampai pada 300 m pada formasi ini dan masih ditemukannya fosil marine di area deposenter menunjukkan lingkungan pengendapan transisi laut sampai pada laut dalam.

Kemudian pengendapan masuk pada Formasi Talang Akar bagian atas dengan masa TST sampai mencapai MFS. Top Formasi Talang Akar setara dengan batas MFS2 yang pada data paleobatimetri mencapai kedalaman yang sangat dalam pada 810 m (Batial). Pengendapan ini terjadi selama zona P22/M1a yang berdasarkan hasil biostratigrafi dinamakan sebagai zona *Globigerina ciperoensis*. Sehingga lingkungan pengendapan yang berkembang adalah laut dalam dengan ciri kenampakan konfigurasi reflektor seismik yang *parallel* (energi rendah). Kenampakan seismik fasies berupa reflektor kontinyu dengan amplitudo yang jelas. Formasi Talang Akar bagian atas ini tersusun atas perselingan batupasir, batuanpal dan *shale*, batas atas dari pengendapan ini merupakan Top P22/M1a. Secara umum Formasi Talang Akar terendapkan selama umur P22.

Selanjutnya terjadi penurunan muka air laut sebagai masa HST. Selama masa ini terendapkan Formasi Baturaja yang merupakan perselingan batugamping dan *shale* dan pada area tinggian basement berkembang RBU (*Reef Build Up*). RBU ini terlihat pada data seismik di area tinggian basement. Lingkungan pengendapan yang berkembang untuk batuan karbonat dapat hadir dan tumbuh adalah laut dangkal. Formasi baturaja ini terendapkan selama zona N4 yang dari hasil biostratigrafi dinamakan sebagai zona *Tenuitella munda*. Batas atas dari pengendapan ini dibatasi oleh Top N4 yang merupakan SB2. Hal ini dikarenakan adanya indikasi penurunan muka air laut yang cukup signifikan dari data paleobatimetri. Fase kompressional mulai terjadi disini. Dimana banyak ditemukan kenampakan *dragging effect* disepanjang Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, Formasi Gumai dan Formasi Air Benakat. Karbonat *build-up* dengan karakter seismik *chaotic* hadir pada Formasi Baturaja yang berada di tinggian basement (bagian timur penampang seismik pada **Gambar 2**).

Sikuen Pengendapan Ketiga (SP3)

Sikuen ini tersusun atas pengendapan Formasi Gumai, Formasi Air Benakat dan sampai saat ini, dimana batas bawah sikuen ini dibatasi oleh SB2 yang merupakan Top Formasi Baturaja. SB2 setara dengan Top N4. Pada bagian bawah Formasi Gumai terlihat karakter seismik onlapping terhadap Formasi Baturaja, pada (**Gambar 2**) tercermin pada area RBU. Formasi Gumai pengendapannya dibagi menjadi tiga zona yaitu zona N5, zoan N7 dan zona N8. Berdasarkan analisis biostratigrafi yang dilakukan zona N5 diidentifikasi sebagai zona *Globigerinoides primordius / Catapsydrax dissimilis* dan zona N7 sebagai zona *Globigerina euapertura / Catapsydrax stainforthi* dimana zona ini merupakan masa TST yang menandakan adanya kenaikan muka air laut yang signifikan. Batas atas TST ini merupakan MFS2 yang terjadi dengan kedalaman mencapai 720 m berdasarkan data paleobatimetri. Batas MFS2 ini setara dengan Top N7. Adanya lompatan umur yang teridentifikasi dari zona N5 yang langsung zona N7 (hilang zoan N6) mengindikasikan adanya *Gap zone* yang mengindikasi tidak adanya pengendapan pada umur tersebut, yang kemungkinan terjadi setelah *maximum flooding surface* (MFS). Pengendapan Formasi Gumai yang panjang sehingga Gumai shale mendominasi seluruh cekungan menciptakan *seal* regional yang paling luas. Lingkungan pengendapan yang berkembang masih pada lingkungan laut dalam yang mana kenampakan konfigurasi reflektor seismik yang *parallel* (energi rendah). Formasi Gumai tersusun atas litologi shale, batupasir halus, batulanau dan sedikit batugamping pada Formasi Gumai bagian bawah.

Selanjutnya pengendapan Formasi Gumai masih berlanjut selama zona N8, namun setelah MFS2 sikuen stratigrafi berubah menjadi HST. Zona N8 ini merupakan zona *Praeorbolina sicana*. Dimana Top N8 setara dengan Top Formasi Gumai. Limitasi data seismik menyebabkan tidak seluruh horizon Top Formasi Gumai dapat terinterpretasi. Pada data paleobatimetri juga menunjukkan adanya penurunan muka air laut yang sangat drastis sampai pada kedalaman 100 m dari kedalaman 720 m (**Gambar 2**). Masa HST masih berkembang pada pengendapan Formasi Air Benakat sampai dengan saat ini. Berdasarkan data paleobatimetri muka air laut masih turun dengan drastis. Kedalaman laut mencapai 0 m. Formasi Air Benakat terendapkan selama zona N9 yang berdasarkan analisis biostratigrafi merupakan zona *Orbulina universa*. Limitasi data seismik menyebabkan karakter formasi ini tidak begitu dapat di interpretasi. Formasi Air Benakat tersusun atas litologi batupasir (*coarse to medium*) dan batulempung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Seismik stratigrafi mampu mengidentifikasi batas sikuen / sequence boundary (SB) secara pasti yang dapat berupa batas terminasi seismik *onlap*, *downlap* dan *toplac* pada Sub-Cekungan Palembang Selatan. Sehingga integrasi analisis dengan biostratigrafi akan memperkuat interpretasi sikuen stratigrafi yang berkembang. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ditemukan sembilan zonasi dari biozonasi foraminifera planktonik diseluruh interval formasi sumur Ugong-1 (*Globigerina ampliapertura* (**P20/O2**)), *Globigerina opima opima* (**P21/O3-O5**), *Globigerina opima nana* (**P22/O6-O7**), *Globigerina ciperoensis* (**P22/M1a**), *Tenuitella munda* (**N4/M1b**), *Globigerinoides primordius* (**N5/M2**), *Globigerina euapertura* / *Catapsydrax stainforthi* (**N7/M4a-M4b**), *Praeorbolina sicana* (**N8/M5a-M6**), *Orbulina universa* (**N9/M7**)). Top Formasi Lahat bersesuaian dengan Top Zona P21, Top Formasi Talang Akar bersesuaian dengan Top Zona P22, Top Formasi Baturaja bersesuaian dengan Top Zona N4, Top Formasi Gumai bersesuaian dengan Top Zona N8.

Interpretasi sikuen stratigrafi menggunakan analisis data seismik stratigrafi dan biostratigrafi, dengan tambahan data pelobatimeteri dapat didefinisikan tiga Sikuen Pengendapan (SP) /*the depositinal sequence* (SP1, SP2 dan SP3). SP1 dibatasi SB0-TS1-MFS1-SB1, SP2 dibatasi SB1-TS2-MFS2-SB2 dan SP3 dibatasi SB2-MFS3-recent. Lingkungan pengendapan teridentifikasi secara komprehensif diketiga SP. Sikuen stratigrafi yang identifikasi ditentukan lingkungan pengendapannya dengan kenampakan seismik fasies yang menunjukkan geometri fasies dan energi pengendapan juga didukung dengan infomasi kedalaman laut berdasarkan data paleobatimetri. Identifikasi lingkungan pengendapan ini sangat membantu untuk eksplorasi hidrokarbon di Sub-Cekungan Palembang Selatan dengan potensi berkembangnya elemen-elemen *petroleum system* yang dapat berkembang.

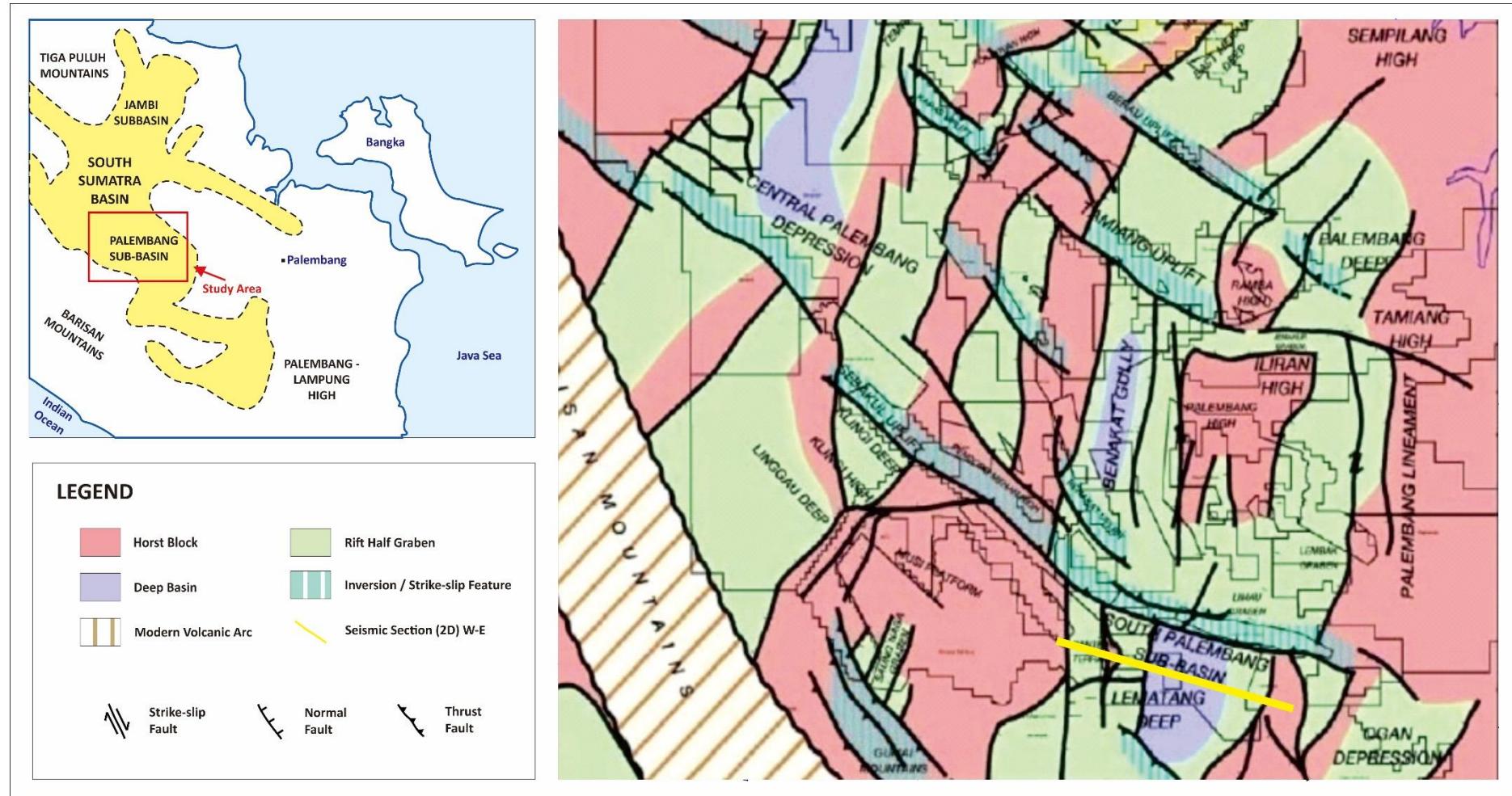
Saran

Setelah melakukan penelitian ini terdapat beberapa saran untuk penelitian kedepannya:

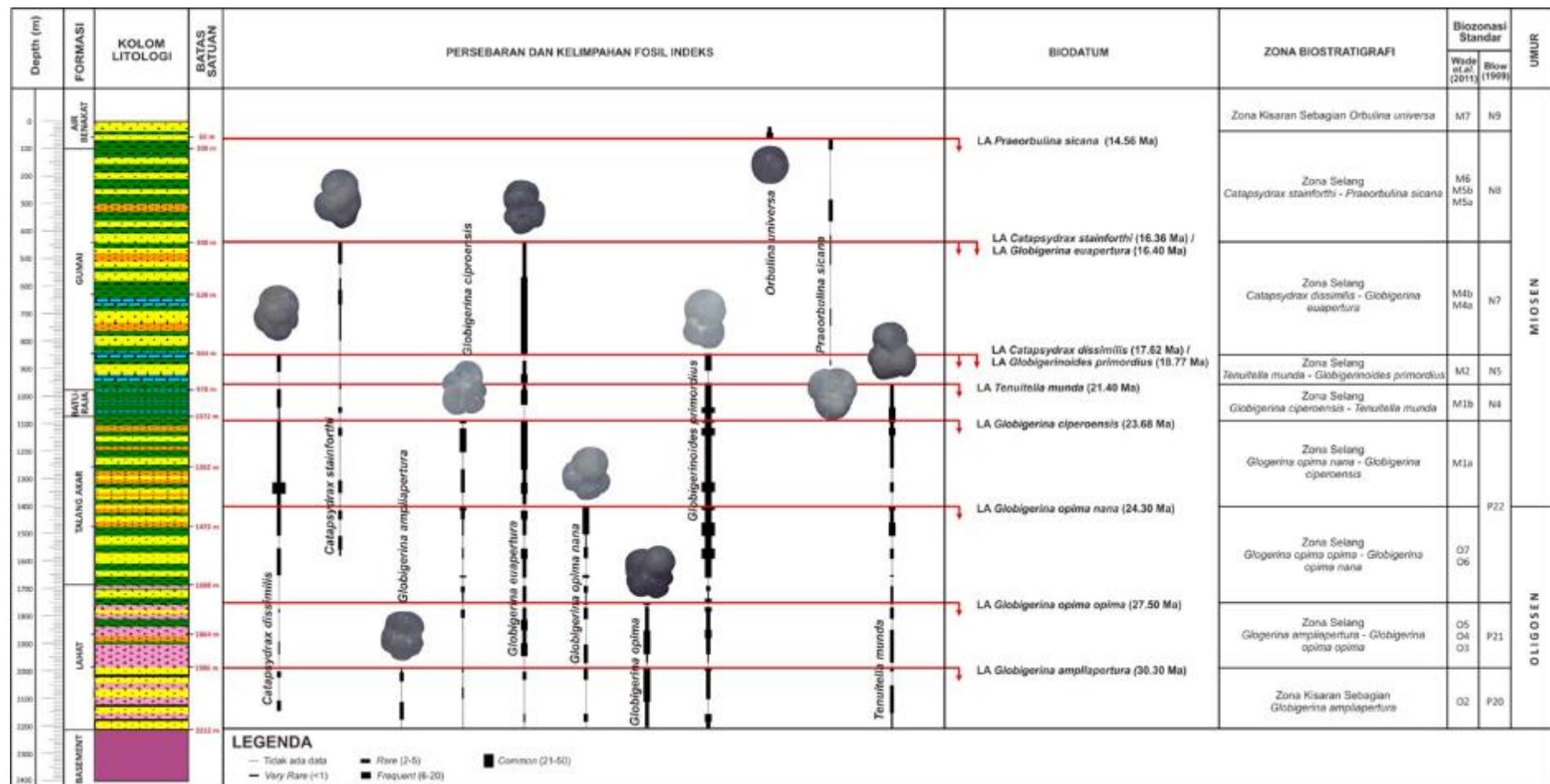
- Perlu dilakukannya interpretasi yang lebih detail dengan penambahan data sumur

DAFTAR PUSTAKA

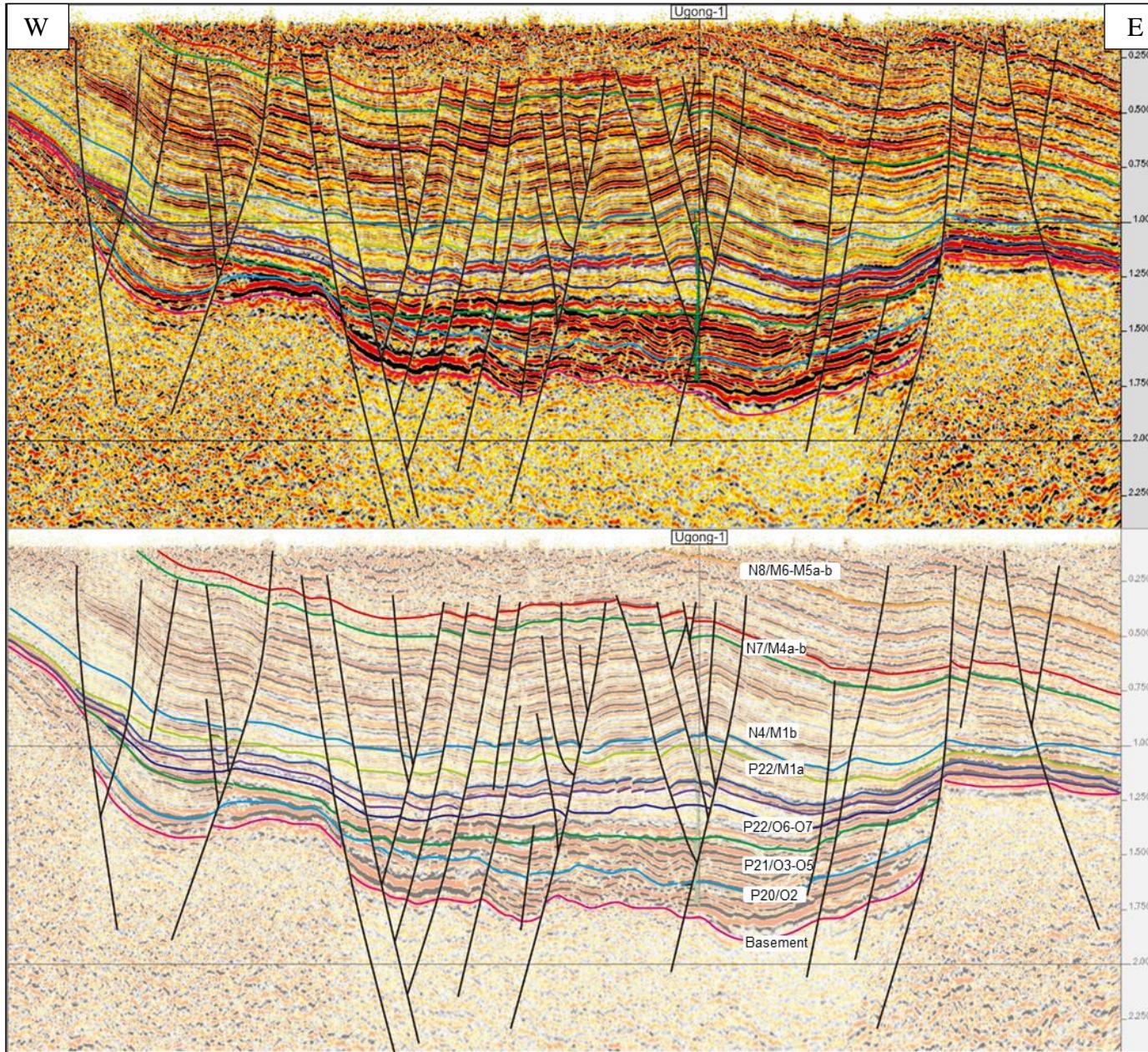
- Agustin, M. V., Husein, S., Akmaluddin, Darmawan, A., Pribadi, T. A., dan Wicaksono, M. R., 2019. *Subsidence History of The South Palembang Sub-Basin: Paleogene Intra Uplift Detected, Multi-Tectonic Subsidence Signature, And Its Implication*. Proceedings of Forty-Third Annual Convention & Exhibition, Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
- Bishop, M., 2001, *South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System*. USGS, Open-File Report 99-50-S.
- de Coster, G.L., 1974, *The Geology of the Central and South Sumatra Basins*, Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 3rd Annual Convention, p. 77-110.
- Ginger, D., dan Fielding, K., 2005, *The petroleum systems and future potential of the south Sumatra basin*. Proceedings of Thirtieth Annual Convention & Exhibition, Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
- Pulunggono, A., Haryo, A., dan Kosuma, C., G., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the south Sumatra basin: A Study of SAR-Maps*. Proceedings of Twenty-One Annual Convention & Exhibition, Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
- Pulunggono, A., 1986, *Tertiary Structural Features Related to Extensional and Compressive Tectonics in the Palembang Basin, South Sumatra*, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 15th Annual Convention and Exhibition, p 187-212.



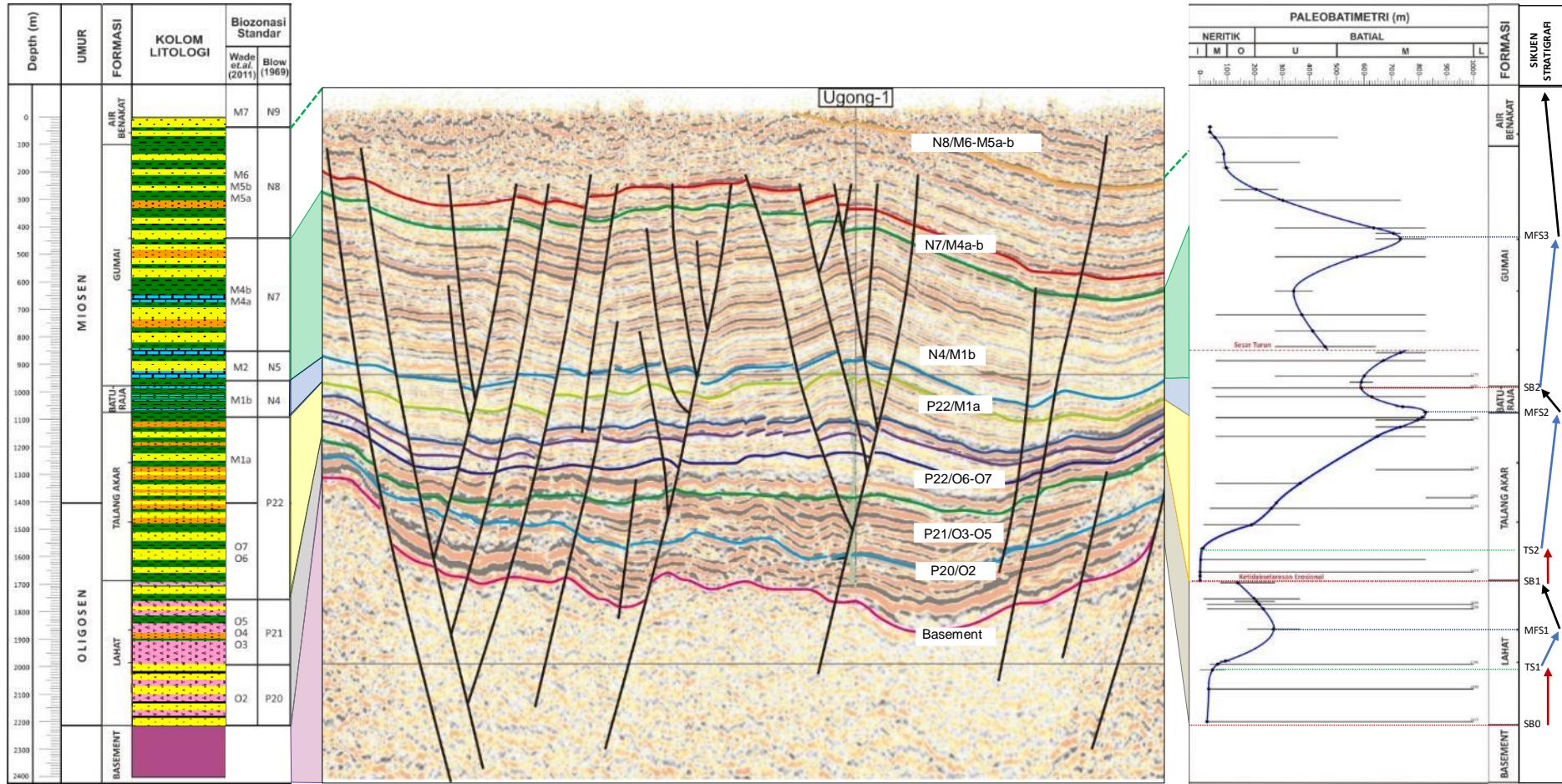
Gambar 1. Peta elemen struktural Sub-Cekungan Palembang Selatan, Cekungan Sumatra Selatan. Area penelitian (kotak merah) berada pada area *Deep Basin* dari Cekungan Sumatra Selatan. Line 2D seismik yang melewati sumur Ugong-1 ditandai dengan garis kuning. Patahan utama yang membatasi sisi timur merupakan patahan yang menginisiasi rift basin berupa sesar turun. (**dimodifikasi dari** Ginger & Fielding, 2005).



Gambar 2. Kolom stratigrafi dan biodatum sumur Ugong-1. Teridentifikasi sembilan zonasi dari biozonasi foraminifera planktonik diseluruh interval formasi sumur Ugong-1 (*Globigerina ampliapertura* (P20/O2), *Globigerina opima opima* (P21/O3-O5), *Globigerina opima nana* (P22/O6-O7), *Globigerina ciperoensis* (P22/M1a), *Tenuitella munda* (N4/M1b), *Globigerinoides primordius* (N5/M2), *Globigerina euapertura* / *Catapsydrax stainforthi* (N7/M4a-M4b), *Praeorbulina sicana* (N8/M5a-M6), *Orbulina universa* (N9/M7)). Top Formasi Lahat bersesuaian dengan Top Zona P21, Top Formasi Talang Akar bersesuaian dengan Top Zona P22, Top Formasi Baturaja bersesuaian dengan Top Zona N4, Top Formasi Gumai bersesuaian dengan Top Zona N8.



Gambar 3. Penampang seismik 2D yang melewati sumur Ugong-1 pada lokasi penelitian (Sub-Cekungan Palembang Selatan). Semua top zonasi dapat dilakukan penarikan horizon. Kecuali zona N9/M7 (*Orbulina universa*) dikarenakan limitasi data seismik. Kenampakan cekungan *half-graben* terlihat jelas dengan inisiasi *rifting* di mulai pada satu patahan utama disebelah timur yang membatasi cekungan. Batas terminasi *onlap*, *downlap*, *toplap* sangat tercermin pada data seismik. Geometri *fan complex* sangat dilihat pada Formasi Lahat di sisi barat penampang. RBU pada Formasi Baturaja teridentifikasi pada area tinggian *basement*. Fase kompresional sangat terlihat pada penampang seismik sebagai dragging effect disepanjang interval Formasi Talang Akat, Formasi Gumai juga Formasi Air Benakat.



Gambar 4. Interpretasi sikuen stratigrafi menggunakan analisis data seismik stratigrafi dan biostratigrafi, dengan tambahan data pelobatimetro mengacu pada Agustin dkk., (2019). dapat didefinisikan tiga Sikuen Pengendapan (SP) /*the depositinal sequence* (SP1, SP2 dan SP3). SP1 dibatasi SB0-TS1-MFS1-SB1, SP2 dibatasi SB1-TS2-MFS2-SB2 dan SP3 dibatasi SB2-MFS3-recent. Batas ketidakselarasan sangat tercermin pada data paleobatimetri dan data seismik.