

ASOSIASI FASIES & REKONSTRUKSI PALEOGEOGRAFI PADA ZONA TRANSISI FORMASI TALANGAKAR, CEKUNGAN ASRI, LEPAS PANTAI BLOK TENGGARA SUMATRA, INDONESIA

FACIES ASSOCIATION & PALAEOGEOGRAPHY RECONSTRUCTION OF TRANSITION INTERVAL TALANGAKAR FORMATION, ASRI BASIN, OFFSHORE SE SUMATRA, INDONESIA

Dwandari Ralanarko*, M. Iqbal Ramadhan¹, Lili Fauzielly, Winantris, Ildrem Syafri, dan Abdurrokhim²

1 Pertamina Hulu Energi OSES – TAF Technical Interests Group, Menara Standard Chartered, Jl. Prof. Dr. Satrio No.26, Karet Semanggi, Seritabudi, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12950

2 Post-Graduate Program, Faculty of Geological Engineering – Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung – Sumedang KM 21, Jatinangor, Jawa Barat 45363

*Email: dwandari.ralanarko@pertamina.com / dwandari20001@mail.unpad.ac.id

DOI : 10.32693/jgk.19.2.2021.736

Diterima : 20-11-2021, Disetujui : 30-12-2021

ABSTRAK

Area Widuri terletak pada konfigurasi antiklin tersesarkan pada *back arc basin* Cekungan Asri, Sumatera Tenggara yang berumur Paleogen. Di lapangan Widuri pemboran eksplorasi pertama kali dilakukan pada tahun 1988 mencapai reservoir Batupasir Formasi Talangakar. Penelitian terdahulu belum pernah mengintegrasikan data sumur dan data seismik 3D untuk mengidentifikasi sebaran reservoir batupasir dan rekonstruksi paleogeografi, sehingga perlu dilakukan penelitian pada interval reservoir 35-A dan 34-B yang merupakan dua dari enam reservoir produktif di Lapangan Widuri. Tujuan penelitian ini adalah untuk pengkarakterisasian asosiasi fasies dan rekonstruksi paleogeografi dengan mengintegrasikan data deskripsi batuan inti, petrografi, log tali kawat (*wirelog*), biostratigrafi, uji sumur, dan seismik 3D. Metode yang digunakan meliputi analisis fasies dan lingkungan pengendapan, analisis stratigrafi sikuen, pemetaan struktur, geometri reservoir, hingga rekonstruksi pengendapan.

Hasil analisis pada interval 35-A dan 34-B tersusun atas sembilan litofasies yaitu, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9. Interval 35-A menunjukkan lingkungan pengendapan *Fluvial* dengan 3 asosiasi fasies yaitu, *fluvial channel*, *floodplain*, dan *swamp*, sedangkan pada interval 34-B menunjukkan lingkungan pengendapan *Fluvio-Tide Delta* dengan 3 asosiasi fasies yaitu, *tributary channel*, *tidal flat*, dan *swamp*. Distribusi fasies *channel* digambarkan pada analisis geometri, stratigrafi sikuen, dan seismik 3D yang menunjukkan arah pengendapan dengan arah Baratlaut – Tenggara.

Data biostratigrafi berupa kemunculan akhir fosil polen berumur Oligosen Akhir dan kemunculan awal fosil foraminifera berumur Miosen Awal menunjukkan perubahan paleolingkungan secara gradual dari *terrestrial* (darat) menjadi transisi, serta paleoklimat dari iklim basah menjadi iklim kering yang terjadi pada rentang umur Oligosen Akhir – Awal Miosen. Berdasarkan data batuan inti yang menunjukkan perubahan litofasies Batupasir simpang siur dan Batulempung masif menjadi Batupasir *flaser* dan Batulempung *lenticular* mencirikan pengaruh dari pasang surut air laut yang dikontrol oleh curah hujan dan iklim. Paleogeografi pada Interval 35-A dan 34-B secara umum mengikuti dua tahapan perekahan tektonik yaitu: 1) fase *late syn-rift* dicirikan oleh lingkungan sungai berkelok dan dataran *Alluvial* pada interval 35-A (Oligosen Akhir); 2) fase *early post-rift*, dicirikan oleh lingkungan sungai berkelok dan *deltaic* pada interval 34-B (Miosen Awal).

Kata kunci: biostratigrafi, Cekungan Asri, rekonstruksi, paleogeografi, Talangakar, Widuri

ABSTRACT

Widuri Area is a faulted anticline located in Tertiary back arc basin, Asri Basin, Southeast Sumatera. Widuri Field was drilled for the first time in 1988, precisely in the sandstone reservoir of Talangakar Formation. The previous research on Widuri Field were not utilizing well data and 3D seismic data to identify the distribution of sandstone reservoirs and paleogeographic reconstruction. This research focuses on reservoir characterization and paleogeography reconstruction at interval 35-A and 34-B by integrating core, petrography, petrophysics, wireline log, biostratigraphy, and 3D seismic data. The methods include facies and depositional environment analysis, sequence stratigraphy, depth structure map, reservoir geometry, and reconstruction of and paleogeography.

Reservoir interval 35-A and 34-B composed of nine lithofacies, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, and F9. Interval 35-A represents a fluvial depositional environment with three facies associations which are fluvial channel, flood plain, and swamp. Meanwhile, the interval 34-B represents a fluvio tide delta depositional environment with three facies associations which are distributary channel, tidal flat, and swamp. The channel facies distribution also can be describe on reservoir facies geometry with a northwest-southeast depositional direction trend to the depocenter of Asri Basin.

Biostratigraphy data shows a last occurrence of Late Oligocene pollen fossil and first occurrence of Early Miocene foraminifera fossil represent gradual paleoenvironment changes from terrestrial to transitional and paleoclimate from wet climate to dry climate. Correlate with the core description, which shows a lithofacies changes from cross bedded sandstone and massive claystone to flaser sandstone and lenticular claystone that characterized the influence of tide controlled by the rainfall and climate changes. Paleogeography of reservoir A and B are influenced by two tectonic stages: 1) late syn rift, characterized by alluvial plain and fluvial meander at interval 35-A (Late Oligocene) ; 2) early post rift, characterized by fluvio tide delta environment at 34-B (Early Miocene).

Keyword: *Asri Basin, biostratigraphy, palaeogeography reconstruction, Talangakar, Widuri*

Kontribusi:

Dwandari Ralanarko adalah kontributor utama pada makalah ini, sedangkan M. Iqbal Ramadhan, Lili Fauzielly, Winantris, Ildrem Syafri, dan Abdurrokhim adalah kontributor anggota.

PENDAHULUAN

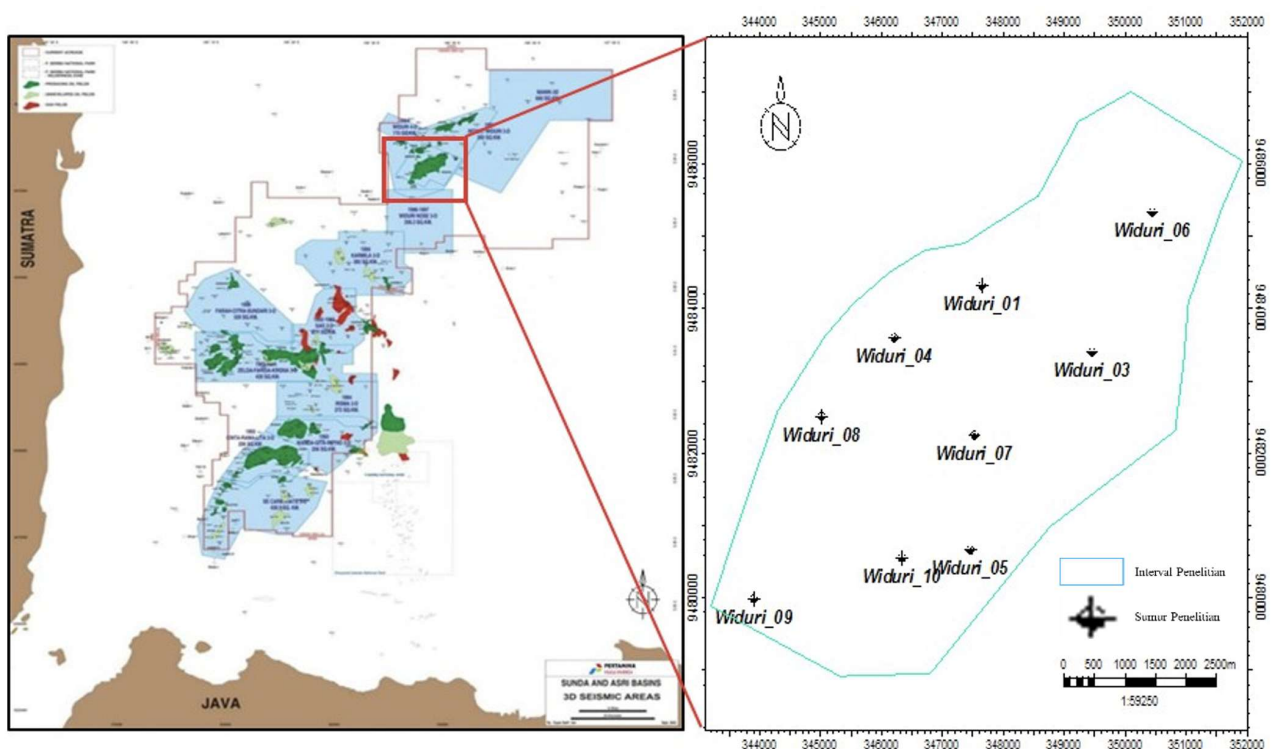
Cekungan Asri merupakan bagian daerah operasi Pertamina Hulu Energi OSES. Blok Sumatera Tenggara terletak pada Laut Jawa bagian barat yang berbatasan dengan pantai Jawa Barat dan Sumatra bagian tenggara, Indonesia. Tepatnya pada koordinat 04;30' – 06;00' LS dan 106;00' BT – 107;00' BT. Cekungan utamanya terdiri dari Cekungan Sunda dan Cekungan Asri (Ralanarko dkk., 2020).

Cekungan Asri dibatasi oleh Paparan Sunda di bagian Utara, Cekungan Biliton, Busur Kalimantan - Jawa, dan sesar berarah utara – selatan di bagian timur, Tinggian Lampung di bagian Barat, dan Cekungan Jawa Barat, Seribu *platform*, dan sesar *wrenching* regional berarah Baratlaut - Tenggara di bagian selatan (Wright dkk., 1997). Cekungan ini memiliki area seluas 3500 km²

Periode kedua (*syn-rift*) terjadi pada Oligosen Awal hingga Oligosen Akhir dimana diendapkan Serpih Banuwati sampai dengan Anggota Zelda (Interval 35-A). Aktivitas *rifting* berkembang akibat adanya *echelon fault* pada sayap bagian timur dan barat dari cekungan. Longley (1997) mendefinisikan periode *syn-rift* sebagai periode penurunan cekungan maksimum (*maximum subsidence*).

Periode ketiga (*post-rift*) merupakan periode tektonik terakhir yang terjadi pada Miosen Akhir hingga Pleistosen dimana terjadi pengendapan Anggota Gita (Interval 34-B) dan formasi lainnya yang lebih muda. Fase *post-rift* pada cekungan Asri didefinisikan sebagai periode ketenangan tektonik (Longley, 1997).

Interval penelitian berada di Lapangan Widuri yang merupakan antiklin tersesarkan dan terletak pada *back arc*



Gambar 1. Lapangan Widuri dalam Cekungan Asri (Ralanarko, 2020)

dengan ketebalan sedimen mencapai 16.000 kaki, berumur Paleosen – Pleistosen (Sukanto dkk., 1998). Lapangan minyak pada Cekungan Asri didominasi oleh perangkap struktur dan kombinasi antara perangkap stratigrafi dan struktur (Young dkk, 1991).

Secara tektonik, Cekungan Asri dideskripsikan sebagai *back-arc*, *half graben rift basin* (Young dkk., 1991 dalam Sukanto dkk., 1998). Terdapat tiga periode tektonik utama yang mempengaruhi tipe struktur dan sistem pengendapan pada Cekungan Asri (Sukanto dkk., 1998), yaitu:

Periode pertama (*rift initiation*) ini terjadi pada masa Pra-Banuwati (Pra-Oligosen) sampai dengan pengendapan Serpih Banuwati (Oligosen Awal) yang dideskripsikan sebagai fase *pre-rift* atau *rift initiation* (Hall, 2013).

basin berumur Tersier, Cekungan Asri, Sumatera Tenggara (Gambar 1). Dengan objek utamanya yaitu interval reservoir 35-A dan 34-B yang merupakan dua dari enam reservoir produktif yang diendapkan pada periode *syn-rift* dari Formasi Talangakar di Lapangan Widuri (Gambar 2).

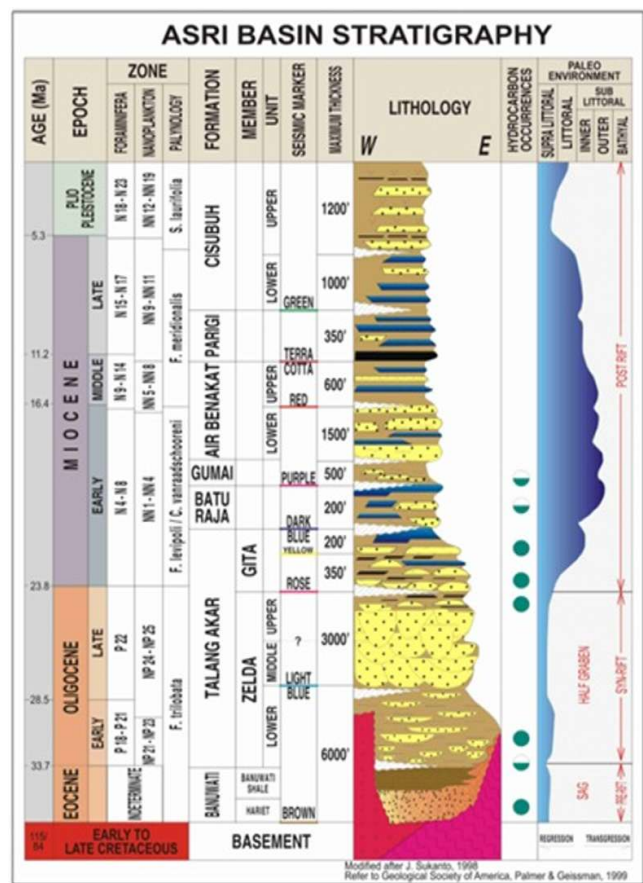
Penelitian ini bertujuan untuk pengkarakterisasian asosiasi fasies dan rekonstruksi paleogeografi pada Formasi Talangakar interval 35-A (Anggota Zelda) dan interval 34-B (Anggota Gita). Adapun interval tersebut dipilih karena diduga merupakan batas antara fase *syn-rift* dengan *post-rift*, sekaligus batas antara *dry climate* dengan *wet climate* sehingga merupakan zona transisi yang sangat penting bagi Cekungan Asri. Objektif penelitian ini belum pernah diteliti secara detail oleh peneliti sebelumnya.

Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis terhadap variasi fasies secara lateral maupun vertikal dan geometri reservoir produktif berumur Oligosen – Miosen, Formasi Talangakar, Lapangan Widuri, Cekungan Asri. Penelitian ini membangun model pengendapan reservoir dengan mengintegrasikan data deskripsi batuan inti, data petrografi, data log tali kawat, laporan biostratigrafi, data uji sumur, data seismik 3D, dan penelitian – penelitian sebelumnya. Sehingga diharapkan bisa mendapatkan hasil analisis yang komprehensif baik dari sisi geologi maupun geofisika untuk mendapatkan hasil karakterisasi reservoir maupun rekonstruksi paleogeografi.

DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang terdiri dari: foto dan deskripsi batuan inti (3 sumur), data petrografi (3 sumur), data log tali kawat (9 sumur), data biostratigrafi (2 sumur), data uji sumur (1 sumur), data seismik 3-D dengan luas 350 km², dan laporan akhir sumur (9 sumur) (Pertamina, 1988) (Tabel 1).

Penelitian didahului dengan pengumpulan data yang dibutuhkan, kemudian dilanjutkan dengan analisis geologi berupa analisis fasies, elektrofases, asosiasi fasies, dan lingkungan pengendapan dari data batuan inti, data biostratigrafi, data petrografi dan data log tali kawat. Korelasi log antar sumur dilakukan beriringan dengan analisis asosiasi fasies yang kemudian digunakan dalam



Gambar 2. Stratigrafi Regional Cekungan Asri (dimodifikasi dari Sukanto dkk., 1998)

Tabel 1. Ketersediaan data pada sumur interval penelitian

Sumur	Widuri_01	Widuri_03	Widuri_04	Widuri_05	Widuri_06	Widuri_07	Widuri_08	Widuri_09	Widuri_10
Deskripsi Batuan Inti	✓						✓		✓
Foto Batuan Inti	✓						✓		✓
Petrografi (Sayatan Tipis)	✓						✓		✓
X-Ray Diffraction	✓						✓		✓
Data Biostratigrafi	✓								✓
Wireline Log	Caliper	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sonic	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	GR	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Neturon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Density	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sp	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Resistivity Deep	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mudlog	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Laporan Akhir Sumur	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

analisis stratigrafi sikuen dan pembentukan geometri reservoir. Selanjutnya, analisis data geologi diintegrasikan dengan analisis geofisika berupa pembuatan peta struktur kedalaman yang digunakan untuk pembuatan pemodelan sebaran fasies interval 35-A dan 34-B. Tahapan terakhir adalah merekonstruksi model paleogeografi interval 35-A dan 34-B yang dibantu dari hasil analisis pemodelan sebaran fasies sebelumnya.

Metode penelitian merujuk pada model litofasies (Mial,1978), model elektrofases (Kendal dkk., 2003 dan Nazeer dkk., 2016), diagenesis (Schmidt dan MacDonald, 1979), lingkungan pengendapan (Selley, 1985 dan Nichols, 2009), stratigrafi sikuen (Van Wagoner dkk., 1990), geometri reservoir (Payenberg dan Lang, 2003), paleoklim (Zachos dkk., 2001), pemodelan sebaran

fasies, dan rekonstruksi paleogeografi (Pyrzc dan Deutsch, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Interpretasi litofasies diperoleh dari analisis data batuan inti tiga sumur (Widuri 1, Widuri 8, dan Widuri 10) dengan panjang total 321 kaki, yaitu: 263 kaki sumur Widuri 1, 10 kaki pada Widuri 8, dan 48 kaki Widuri 10. Litofasies pada interval penelitian dibagi menjadi 9 litofasies dengan penamaan yang dimodifikasi dari Miall (1978) (Tabel 2).

mencirikan dari *final channel abandonment*, serta data biostratigrafi berupa fosil polen *Meyeripollis Naharkotensis* (Singer, 1993). Terdapat banyak siklus *fining upward* yang tumpang tindih menandakan aktivitas dari *tributary channel* yang sangat aktif. Struktur sedimen *flaser lamination* menunjukkan pengaruh arus pasang surut.

Asosiasi fasies *tidal flat* terdiri dari litofasies F6, F7, dan F8. Respon sinar gamma menunjukkan pola *funnel shape – serrated*. Analisis batuan inti menjumpai struktur *root traces* dan *burrowed* pada endapan halus yang kemungkinan mengindikasikan mulainya berkembangnya

Tabel 2. Hasil analisis litofasies, elektrofases, dan asosiasi fasies

Interval Penelitian	Asosiasi Fasies	Kode Asosiasi	Kode Litofasies	Nama Litofasies	Deskripsi								Elektrofases	Pola Log (1:1000) MD					
					Warna	Ukuran Butir	Kekompakan	Pemilahan	Porositas	Kebundaran	Struktur Sedimen	Tebal			Ciri Lain				
Channel Sandstone	CH		F1	Coarse to Very Coarse Sandstone	Coklat Terang	Kasar-Sangat Kasar	Friable-Hard	Sedang-Baik	Sedang	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	-	2-3 Feet	-	Bellshape					
			F2	Medium to Coarse Sandstone	Abu Kecoklatan	Sedang-Kasar	Friable-Hard	Sedang-Baik	Sedang-Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	cross bedding	2-3 Feet	Karbonan						
			F3	Fine to Medium Sandstone	Abu Kecoklatan	Halus-Sedang	Hard	Sedang-Baik	Sedang-Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	laminasi sejajar	2-3 Feet	Karbonan						
			F4	Fine to Medium Sandstone	Abu Kecoklatan	Halus-Sedang	Hard	Sedang-Baik	Sedang-Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	Flaser lamination	2-3 Feet	Karbonan						
			F5	Very Fine to Fine Sandstone	Abu Kecoklatan	Sangat Halus-Halus	Friable-Hard	Sedang-Baik	Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	laminasi sejajar	2-3 Feet	Karbonan, Silty						
	FCH		F2	Medium to Coarse Sandstone	Abu Kecoklatan	Sedang-Kasar	Friable-Hard	Sedang-Baik	Sedang-Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	cross bedding	2-3 Feet	Karbonan	Blocky					
			F3	Fine to Medium Sandstone	Abu Kecoklatan	Halus-Sedang	Hard	Sedang-Baik	Sedang-Baik	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	laminasi sejajar	2-3 Feet	Karbonan						
			Flood Plain	FS	F6	Sand - Silt - Mud	Abu Kecoklatan	angat halus-Lempun	hard	sedang	buruk	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	Laminasi			3-5 Feet	Karbonan, Silty	Funnel Shape - Serrated	
					F8	Massive Claystone	Abu Kehitaman	Lempung-Lanau	hard	-	buruk	-	-			3-5 Feet	karbonan		
Tidal Flat	TF	F6	Sand - Silt - Mud	Abu Kecoklatan	angat halus-Lempun	hard	sedang	buruk	Menyudut Tanggung-Membundar Tanggung	Laminasi	3-5 Feet	Karbonan, Silty	Funnel Shape - Serrated						
		F7	lenticular Claystone	Abu kehitanan	Lempung-Lanau	hard	-	buruk	-	lenticular lamination	3-5 Feet	karbonan							
		F8	Massive Claystone	Abu Kehitaman	Lempung-Lanau	hard	-	buruk	-	-	3-5 Feet	karbonan							
Swamp	SW	F8	Massive Claystone	Abu Kehitaman	Lempung-Lanau	hard	-	buruk	-	-	3-5 Feet	karbonan	Blocky						
		F9	Coal	Hitam	-	hard	-	-	-	-	3-5 Feet	-							

Lima litofasies yang berasosiasi dengan batuan reservoir yaitu, *coarse to very coarse sandstone* (F1), *Medium to coarse sandstone* (F2), *fine to medium lamination sandstone* (F3), *fine to medium flaser lamination sandstone* (F4), *very fine to fine lamination sandstone* (F5) dan empat litofasies yang berasosiasi dengan batuan non reservoir yaitu *sand – silt - mud* (F6), *lenticular claystone* (F7), *massive claystone* (F8), dan *coal* (F9) (Gambar 3).

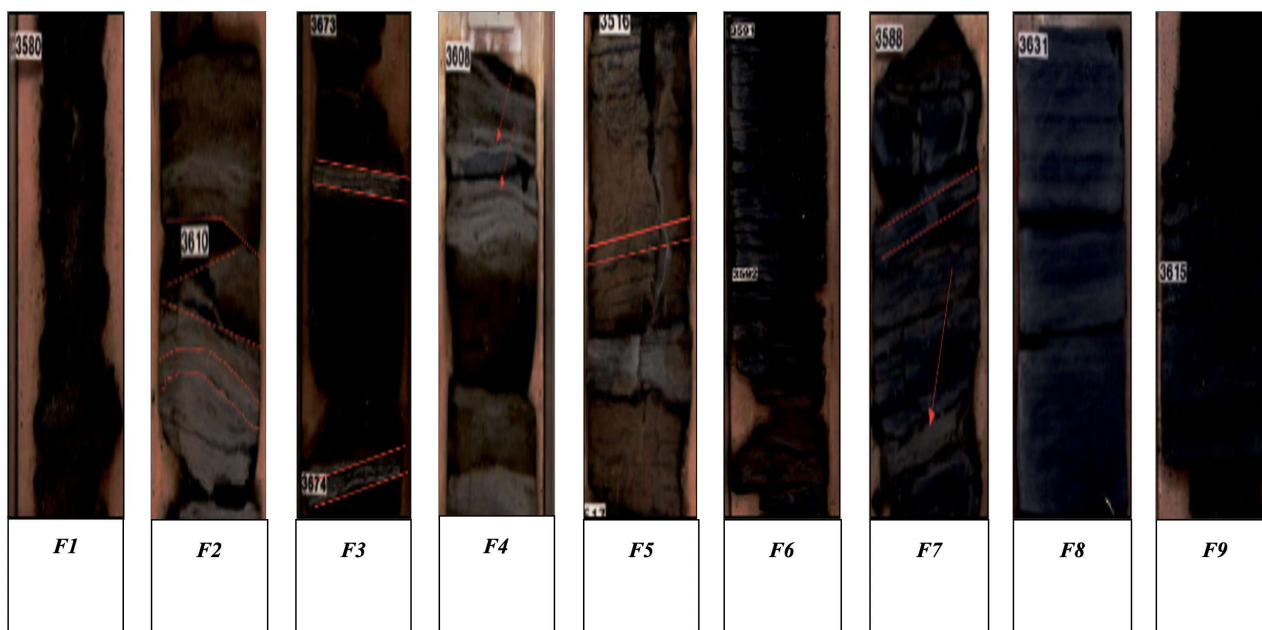
Identifikasi asosiasi fasies pada interval penelitian mengacu pada sistem *fluvial meandering* berupa *fluvial channel* dan *flood plain* oleh Walkers (1964) dan sistem *fluvio-tide delta* berupa *tributary channel* oleh Fenies dan Faugeres (1998). *Tidal flat* dan *swamp* oleh Nichols (2009).

Asosiasi fasies *tributary channel* terdiri dari litofasies F1, F2, F3, F4, dan F5. Respon sinar gamma menunjukkan pola lonceng (*bellshape*) mencirikan endapan sedimen yang menghalus ke atas, atau semakin berkurangnya energi pengendapan ke arah atas. Hal tersebut diperkuat dengan hasil analisis batuan inti dimana terdapat terdapat sisipan batulanau - batulempung yang menandakan arus pengendapan semakin merendah,

soil (Vegetated Tidal Flat). Terdapatnya sisipan batubara, struktur *flaser* dan *lenticular lamination* menunjukkan pengaruh arus pasang surut. Data biostratigrafi berupa kehadiran fosil foraminifera besar *Spiroclypeus sp.* dan *Miogospina sp* turut mendukung interpretasi tersebut (Singer, 1993).

Asosiasi fasies *swamp* terdiri dari litofasies F8 dan F9. Respon sinar gamma menunjukkan pola *blocky – funnel shape*. Batubara dan batulempung dengan kandungan organik yang tinggi. Ketebalan batubara mencapai 1-2,5 kaki dan terdapat *rootlet trace* kemungkinan diendapkan pada *freshwater swamp* dengan lingkungan yang sangat tenang.

Asosiasi fasies *channel point bar* terdiri dari litofasies F2 dan F3. Respon sinar gamma menunjukkan pola lonceng *blocky*. Ketebalan batupasir yang mencapai 10-20 kaki, butiran dominan halus – sedang dan struktur *cross bedding / lamination* menandakan lingkungan dengan energi tinggi. Perubahan *gradual* terhadap struktur *cross bedding / lamination* dan bertambahnya struktur *carbonaceous lamination* menandakan perubahan menuju tempat berenergi rendah lingkungan pengendapan *tributary channel*.



Gambar 3. Litofasies (F1) *Coarse to very coarse sandstone*, (F2) *Medium to coarse cross bedding sandstone*, (F3) *Fine to medium lamination sandstone*, (F4) *Fine to medium flasser lamination sandstone*, (F5) *Very fine to fine lamination sandstone*, (F6) *Sand – silt – mud*, (F7) *Lenticular claystone*, (F8) *Massive claystone*, (F9) *Coal*.

Asosiasi fasies *flood plain* terdiri dari litofasies F6 dan F8. Respon sinar gamma menunjukkan pola *funnel shape – serrated*. Terdapat struktur *root traces* dan data biostratigrafi berupa kehadiran fosil polen yaitu *Echitriporites sp.*

Analisis lingkungan pengendapan menggunakan berbagai data pendukung meliputi data batuan inti, geologi regional, analisis mikrofosil, dan pola kurva log sumur mengikuti skema Selley (1985).

Data biostratigrafi berupa kandungan foraminifera besar pada pada sumur Widuri-1 yaitu *Spiroclypeus spp.* dan *Miogypsina spp.* di kedalaman 3535 kaki, menandakan rentang umur dari Oligosen Akhir hingga Miosen Awal (*Spiroclypeus sp.*) dan Miosen Awal hingga Miosen Akhir (*Miogypsina sp.*) (Tan Sin Hok, 1937). Hal tersebut diperkuat dengan kemunculan polen *Meyeripollis naharkotensis* pada sumur Widuri-1 di kedalaman 3553 kaki dan 3617 kaki. Menurut Morley (1978) dan (2000) serta Rahardjo (1994) zona ini berumur Oligosen Akhir (Gambar 4).

Data palinomorfi pada masing – masing interval menandakan lingkungan pengendapan yang berbeda dimana pada sumur Widuri-1 dengan kedalaman 3635 kaki terdapat kemunculan *Echitriporites sp.* yang menunjukkan lingkungan *Supralitoral* kemudian pada kedalaman 3552 kaki terdapat kemunculan *Meyeripollis Naharkotensis* yang menunjukkan lingkungan *Sublitoral*. Data tersebut menunjukkan bahwa lingkungan purba (*paleoenvironment*) area penelitian berubah dari *supralitoral (terrestrial, 35-1)* menjadi *sublitoral (transitional, 34-2)*.

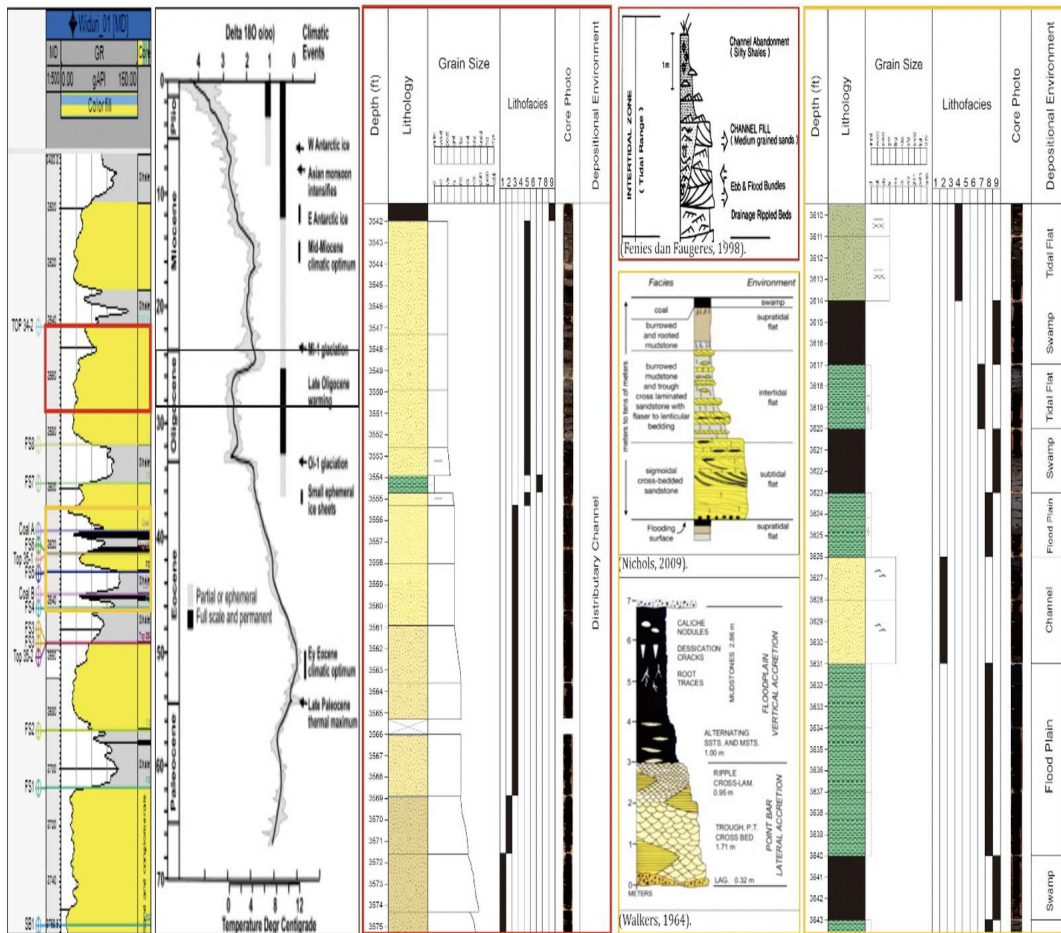
Morley (1978) menyatakan *Meyeripollis naharkotensis* hadir sampai puncak Oligosen dan berperan sebagai indikator musim hujan di daerah Kalimantan. Hal tersebut dikorelasikan dengan

terdapatnya fasies Batubara dengan marker *Coal A* dan *Coal B* di daerah penelitian yang tersebar secara merata di Lapangan Widuri dan mengindikasikan musim hujan yang optimal (*wet climate*). Marker *Meyeripollis naharkotensis* tidak muncul di atas kedalaman 3553 kaki, menandakan bahwa perubahan iklim menjadi lebih hangat (*warmer climate*) yang menyebabkan pencairan es di kutub sehingga muka air laut naik (Lelono, 2017). Marker MFS-1 dan endapan transgresi pada interval 34-B ke atas membuktikan hal tersebut. Penggambaran paleolingkungan dilakukan dengan menggunakan model konseptual *fluvio-tide delta* (Nichols, 2009) dan model paleobatimetri (Hedgpeth, 1957) (Gambar 5).

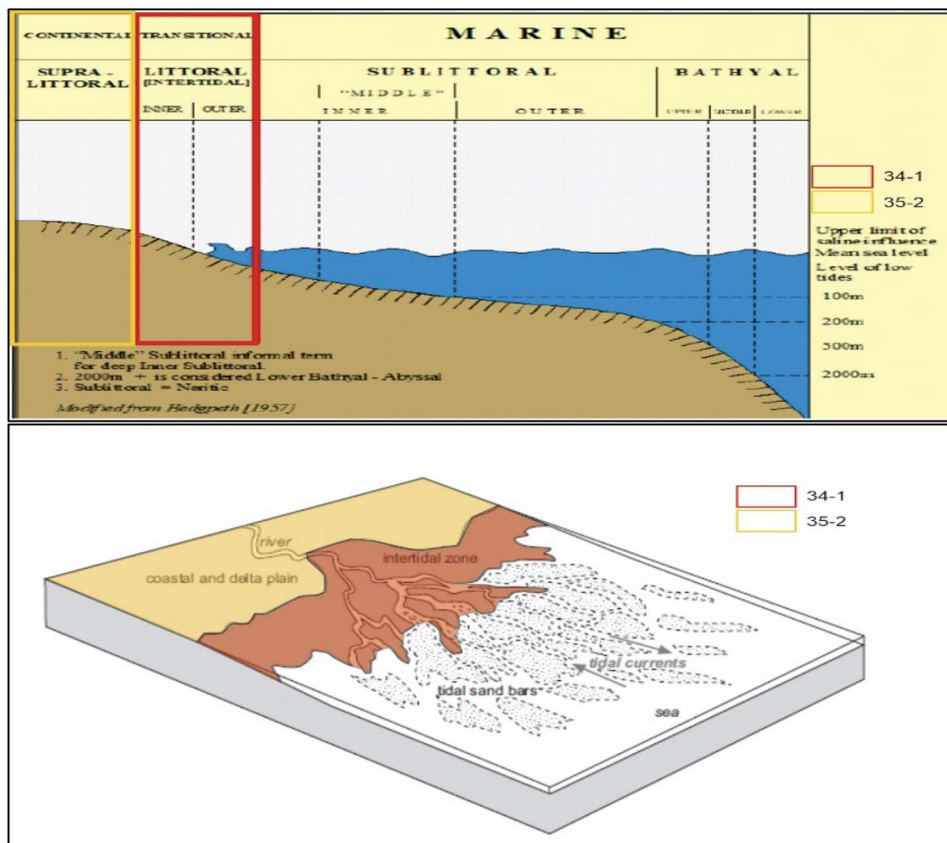
Analisis Stratigrafi Sikuen dan Seismik

Data batuan inti, data biostratigrafi, dan data log tali kawat digunakan untuk analisis litofasies, asosiasi fasies, dan lingkungan pengendapan (Abreu, 1998). Analisis stratigrafi sikuen dan penentuan geometri reservoir membutuhkan korelasi log antar sumur yang diintegrasikan dengan hasil asosiasi fasies dan data seismik.

Analisis stratigrafi sikuen dilakukan pada kumpulan set parasikuen yang secara genetis membentuk pola penumpukan tertentu dibatasi oleh SB, MFS, dan permukaan yang berkorelasi (Van Wagoner dkk., 1990). Korelasi log antar sumur disesuaikan dengan kenampakan log sinar gamma. Terdapat 3 jalur korelasi terhadap 9 sumur di interval penelitian. Jalur korelasi pertama merupakan korelasi keseluruhan sumur yang didaftarkan pada *top* dari Formasi Talangakar. Jalur korelasi kedua merupakan korelasi arah baratdaya – timurlaut pada bagian *basement high* tepatnya di sebelah Barat. Jalur korelasi ketiga merupakan korelasi arah baratdaya -



Gambar 4. Analisis asosiasi pengendapan dan biostratigrafi pada interval 35-A dan 34-B



Gambar 5. Penggambaran paleolingkungan interval penelitian

timurlaut pada bagian timur. Korelasi bagian barat dan timur didaftarkan pada *top* dari interval 34-B.

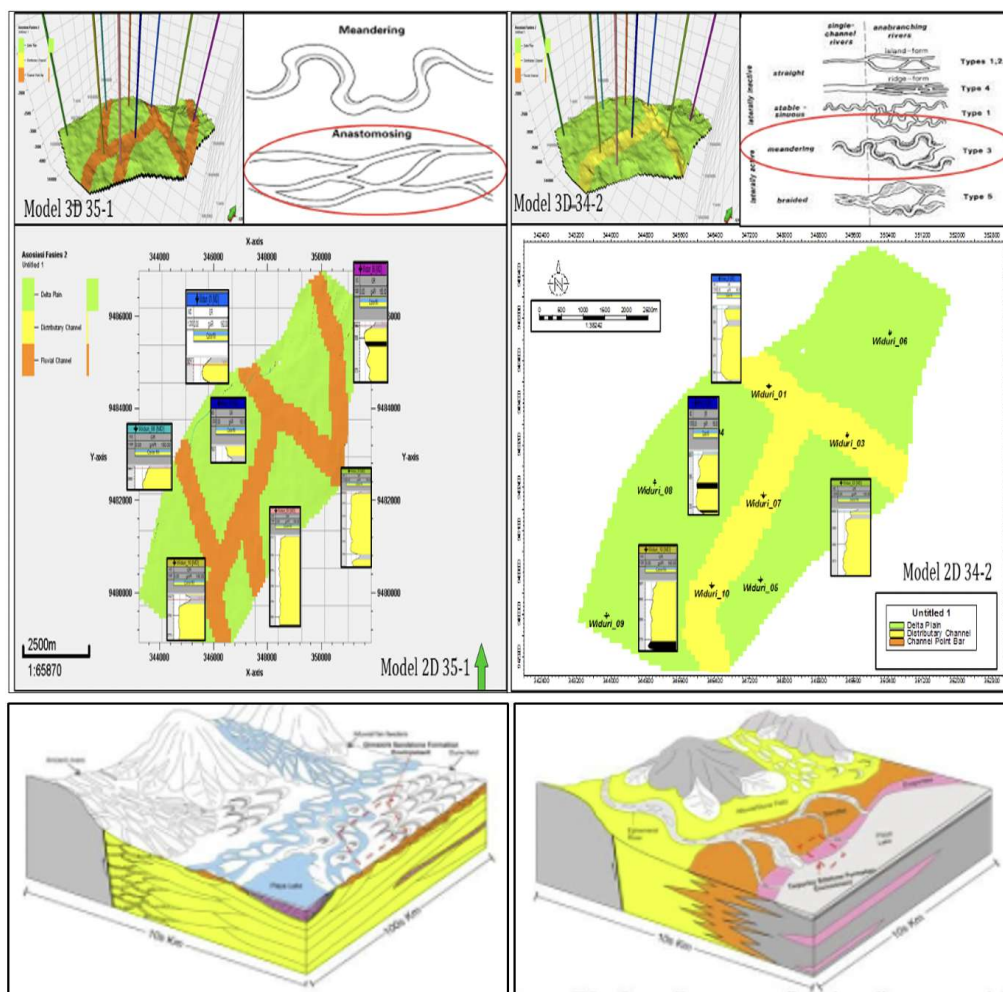
Hasil analisis korelasi stratigrafi sikuen menampilkan parasikuen yang lebih menerus pada bagian timur. Interval penelitian dapat dibagi menjadi 4 fasies, yaitu *channel sandstone (fluvial channel dan distributary channel)*, *fluvial mudstone (floodplain)*, *tide mudstone (tidal flat)*, dan *swamp*. Perubahan fasies dapat terjadi secara vertikal maupun lateral dibuktikan dengan adanya penebalan pada endapan *channel* di bagian timur (lateral) dan terdapat perubahan lingkungan pengendapan dari lingkungan *terrestrial* berubah menjadi lingkungan rawa dibuktikan dengan marker *Coal A* dan *Coal B* kemudian berubah menjadi lingkungan transisi yang ditandai oleh kehadiran struktur pasang surut air laut (*tide*) berupa *lenticular* dan *flaser lamination* (vertikal). Dalam penelitian ini zona reservoir merupakan endapan pada fase *Transgressive System Track (TST)* yang merupakan endapan *Channel (Fluvial Channel dan Distributary Channel)*. Berdasarkan penelitian Sukanto (1998), arah pengendapan regional reatif dari arah barat laut menuju area deposenter Cekungan Asri di bagian Tenggara.

Analisis interpretasi seismik dilakukan berupa penarikan horizon dan struktur sesar pada interval

penelitian. Pada analisis struktur sesar, didapatkan sesar berpola *echelon fault* yang merupakan hasil dari aktivitas *rifting* pada periode *syn-rift* (Oligosen Awal – Oligosen Akhir). Pada analisis horizon, dilakukan interpretasi horizon pada dua horizon, yaitu horizon 34-B dan 35-A sebagai puncak dan dasar dari interval batupasir. Kemudian dibuat peta kedalaman struktur yang didapatkan melalui konversi dari peta struktur waktu. Konversi dilakukan menggunakan data *checkshot* melalui kurva *time–depth relationships (TDR)*. Peta struktur kedalaman menggunakan horizon 35-2 sebagai *base* dari interval 35-A dan horizon 34-2 sebagai *top* dari interval 34-B yang nantinya akan digunakan pada proses pemodelan fasies.

Sebaran Fasies & Rekonstruksi Paleogeografi

Pemodelan distribusi fasies dan rekonstruksi paleogeografi dari hasil analisis asosiasi fasies dalam bentuk tiga dimensi. Untuk penyederhanaan model, asosiasi fasies dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu asosiasi fasies yang berasosiasi dengan reservoir berupa *fluvial channel* dan *distributary channel*. Sedangkan asosiasi fasies yang tidak berasosiasi dengan reservoir berupa *upper delta plain (non-tidal)* berupa *floodplain*



Gambar 6. Hasil rekonstruksi paleogeografi dan penyebaran fasies interval 35-A berupa *Anastomosing Channel, Multistory Fuvial System* (kiri) dan interval 34-B berupa *Anabranching Meandering Channel, Fluvio-Tide Delta* (kanan).

dan *lower delta plain (tidal range)* berupa *tidal flat* dan *swamp* yang kemudian digabung menjadi satu asosiasi fasies yaitu *delta plain*.

Hasil dari pemodelan sebaran fasies menggambarkan rekonstruksi paleogeografi daerah penelitian. Analisis geometri *fluvial channel* interval 35-A menunjukkan *anastomosing pattern* dengan lingkungan pengendapan *multistory* and *multilateral fluvial system* yang kemungkinan merepresentasikan sungai *anastomosing*. Hasil analisis geometri *tributary channel* interval 34-B menunjukkan *anabranching meandering pattern* dengan lingkungan pengendapan *transitional (Fluvio – Tide Delta)* yang kemungkinan representasi dari sungai *meandering* pada bagian *distal/transitional* dengan lingkungan *marin* (Gambar 6).

KESIMPULAN

Objektif penelitian ini belum pernah secara detail diteliti secara detail oleh peneliti sebelumnya, namun terbukti dan terkonfirmasi sebagai batas antara fase syn-rift dengan post-rift, sekaligus batas antara dry climate dengan wet climate.

Data biostratigrafi menunjukkan interval 35-A dan 34-B diendapkan pada umur Oligosen Akhir hingga Awal Miosen. Data batuan inti dan biostratigrafi menunjukkan perubahan paleolingkungan secara gradual dari terrestrial menjadi transisi dan paleoklim dari iklim basah menjadi iklim kering yang terjadi pada rentang umur Oligosen Akhir – Awal Miosen.

Rekonstruksi paleogeografi yang didasarkan oleh pemodelan sebaran fasies pada interval 35-A dan 34-B secara umum mengikuti dua tahapan tektonik rift yaitu: 1) fase Late Syn-Rift dicirikan oleh lingkungan sungai berkelok dan dataran alluvial pada interval 35-A (Oligosen Akhir); 2) fase Early Post-Rift, dicirikan oleh lingkungan sungai berkelok dan deltaic pada interval 34-B (Miosen Awal).

Pengidentifikasi paleolingkungan dan paleoklimat pada interval ini sebagai zona transisi fasies darat menjadi laut serta kompleksitas konfigurasi lingkungan pengendapan sedimen menjadi simpulan yang sangat penting dan bermanfaat bagi prospeksi hidrokarbon di Cekungan Asri di saat ini dan masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada seluruh *Co-Authors* atas kolaborasi dan kontribusi yang diberikan. Terima kasih juga disampaikan kepada Pertamina Hulu Energi OSES atas penyediaan dan pemanfaatan data, penggunaan fasilitas, serta diskusi teknis dan taktis dengan Tim Subsurface Development – Talangakar Formation Technical Interests Group, yang dilakukan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan paper ini. Terima kasih untuk jajaran *civitas academica* Program Studi Pascasarjana Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran atas pendampingan, masukan serta saran yang disampaikan untuk menyempurnakan alur dan

metode yang digunakan, hingga mendapatkan hasil penelitian yang holistik dan komprehensif.

DAFTAR ACUAN

- Abreu, V. S. and Anderson, J. B., 1998. Glacial Eustasy During the Cenozoic: Sequence Stratigraphic Implications. *The AAPG Bulletin*, 82 (7), pp. 1385-1400.
- Hall, R., 2013. The Palaeogeography of Sundaland and Wallacea since the Late Jurassic. *J. Limnol 72 (S2)*, pp. 1-17.
- Lelono, E.B., 2017. Pollen Records from The Oligocene of Western Indonesia as the Evidences of Climate Changes, *Scientific Contribution of Oil and Gas*, 40 (3) pp, 107- 115.
- Miall, A.D., 1978. Facies Type and Vertical Profile Models in Braided River Deposits, *Canadian Society of Petroleum Geologists*, 5, 597-604.
- Morley, R.J., 1978. Palynology of Tertiary and Quaternary Sediments in Southeast Asia. *Proceedings of the 6th Annual Convention, Indonesian Petroleum Association, May 1977*, pp 255-76.
- Morley, R.J., 2000. *Origin and Evolution of Tropical Rain Forests*, Wiley & Sons, London, 362 pp.
- Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy: 2nd Edition*, Wiley Blackwell, UK, 419 pp.
- Pyrcz, J.M. dan Deutsch, C.V., 2014. *Geostatistical Reservoir Modeling*. Oxford University Press, New York, 118-126.
- Rahardjo, A. T., Polhaupessy, A. A., Wiyono, S., Nugrahaningsih, L. and Lelono, E. B., 1994. Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa. *Proceedings IAGI, 23rd Annual Convention*.
- Ralanarko, D., Nugroho, P., Rulandoko, W., 2020. Seismic Expression of Paleogene Talangakar Formation, Asri & Sunda Basin, Java Sea – Indonesia. *Indonesian Journal of Sedimentary Geology, Jakarta*.
- Sukanto, J., F. Nunuk., Aldrich, J.B., Rinehart, G.P., Mirchell, J., 1998. Petroleum System of the Asri Basin, Java Sea, Indonesia, *Proceeding IPA 26th Annual Convention, Jakarta*, 291-312.
- Singer, R. L., 1993. *Palynological Organic Matter from The Late Eocene of The Isle of Wight, England and The Holocene of The Mobile Delta, Alabama, USA*. Unpublished PhD Thesis, University of London, 323 pp.
- Wight, A., Friestad, H., Anderson, I., Wicaksono, P. Remington, C.H., 1997. Exploration History of the Offshore SE Sumatra PSC, Java Sea, Indonesia, in *Petroleum Geology of Southeast Asia*. Fraser, Matthews, and Murphy (eds.), *Geological Society Special Publication No. 126*, 121-142.

Young, R., Harmony, W.E., Gunawan J., Budiyanto T.,
1991. Widuri Field, Offshore Southeast Sumatra:
Sandbody Geometries and the Reservoir Model.

*Proceedings of the Indonesian Petroleum
Association, 20/1, 385-417.*

