

STUDI PALINOLOGI FORMASI MENTAWIR, SUB CEKUNGAN KUTAI BAWAH, KALIMANTAN TIMUR

Christina Ani Setyaningsih

PPPTMGB "LEMIGAS"- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta 12230
Telp. 021-7394422 ext. 1355 HP: 08129303051
Email: beautycas@yahoo.com

ABSTRACT

Palynological study of the Mentawir Formation, Lower Kutai Basin, East Kalimantan has been conducted on the 27 selected cutting samples of the 'X' Well in the depth of interval 100'-4.140' which is situated in 'DNA' Field. The purpose of this study is to determine the age and depositional environment and biostratigraphic sequence of the sediment. The age of the sediment is primarily marked by the last appearance of Florschuetzia trilobata at 850', range from Middle Miocene to Late Miocene. The Middle Miocene age occupies sediments from interval 850'-4.140', whilst the Late Miocene age covers sediments from interval 100'-850'. Delta environment of the interval samples were deposited in lower delta plain (distal) to the delta front (distal). Based on the changes on the amount of the taxa group in the mangrove and freshwater ecology as well as the changes in the sedimentation, thus the biostratigraphic sequence of the 2 X2 Well with depth of interval 100'- 4.140' in 2 DNA2 field lies in the Transgressive System Tract to the Highstand System Tract.

Keywords: *Palynology, Biostratigraphy, Delta environment, Sequence*

PENDAHULUAN

Sebelum melakukan kegiatan eksplorasi suatu perusahaan migas akan melakukan banyak penelitian untuk mengetahui kondisi dan kandungan hidrokarbon suatu daerah. Salah satu aspek yang harus diketahui sebelum melakukan kegiatan eksplorasi adalah kondisi stratigrafi daerah penelitian.

Analisis lingkungan pengendapan dan sikuen stratigrafi serta fasies pengendapan resolusi tinggi pada saat ini sudah banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan migas untuk mengetahui kondisi stratigrafi suatu daerah secara akurat. Hal ini akan mempermudah suatu perusahaan migas dalam melakukan kegiatan eksplorasi hidrokarbon.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi stratigrafi Formasi Mentawir, Sub Cekungan Kutai Bawah, Kalimantan Timur pada Sumur 'X', Lapangan 'DNA' dengan interval kedalaman 100'-4.140'. Formasi Mentawir

merupakan bagian dari paket endapan Sub Cekungan Kutai Bawah di Kalimantan Timur yang membentuk sistem pengendapan Delta Mahakam¹.

Sebagaimana diketahui, pada lingkungan delta dapat ditemukan kelimpahan kandungan palinomorph yang tinggi, dan disisi lain hanya sedikit ditemukan kandungan foraminifera dan nannoplanton. Oleh sebab itu, analisis biostratigrafi yang paling tepat untuk penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis palinologi.

Secara umum stratigrafi daerah penelitian menyangkut aspek ketetapan umur dan interpretasi lingkungan pengendapan belum diketahui, oleh sebab itu melalui studi ini diharapkan dapat diketahui umur dan lingkungan pengendapan serta biostratigrafi sikuen daerah penelitian berdasarkan data palinologi.

DASAR TEORI

Struktur Geologi dan Stratigrafi Regional Cekungan Kutai

Cekungan Kutai meliputi area seluas 60.000 km² di daerah Provinsi Kalimantan Timur, merupakan cekungan terdalam di Indonesia dan terdiri atas sedimen tersier yang berkembang hingga mencapai ketebalan 15 km. Cekungan Kutai dibatasi oleh Semenanjung Mangka lihat di Utara, Tinggian Kuching di Barat, Paparan Platernoster di Selatan, dan paparan benua Selat Makassar di Timur dan terbagi atas dua sub cekungan; pada bagian Barat terdapat Sub Cekungan Kutai Atas, dan pada bagian Timur terdapat Sub Cekungan Kutai Bawah, di mana Delta Mahakam saat ini berada².

Tahapan pengendapan pada Cekungan Kutai terbagi ke dalam beberapa kala yaitu Batuan Alas/*Basement*, Kala Eosen, Kala Oligosen, Kala Miosen, dan Kala Pliosen dan Quarter (Gambar 1).

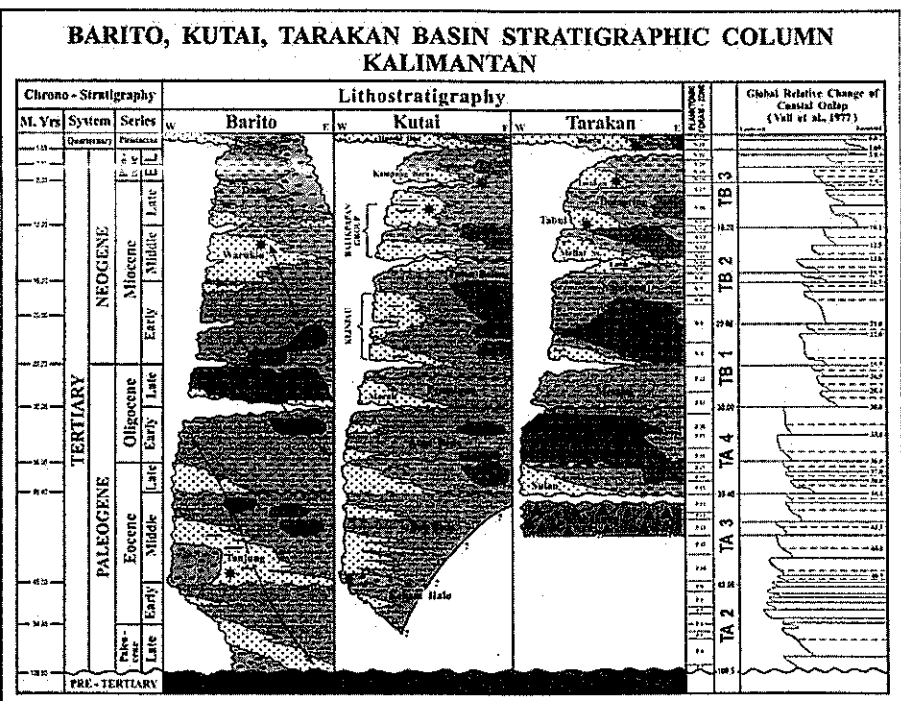
Batuan alas terdiri atas gabungan batuan beku mafik dan batuan sedimen yang teramati di area hulu Sungai Mahakam, dan berkaitan dengan fase vulkanisme pada kala Eosen Awal hingga Eosen Tengah.

Pada kala Eosen, endapan tersier tertua yang teridentifikasi dikenal sebagai Lapisan Boh, terdiri atas litologi serpih, lanau, dan batu pasir

berukuran butir halus. Lapisan ini berumur Eosen Tengah bagian awal. Batas kala Eosen Tengah/ Eosen Akhir ditandai dengan terjadinya fase kuat regresi, ditunjukkan dengan adanya endapan klastik kasar (*coarse clastic wedge*), yang dikenal sebagai Lapisan Keham Halo, dan terdiri atas litologi konglomerat dan batu pasir. Lapisan Keham Halo diketahui juga merupakan reservoir yang sangat potensial. Pada kala Eosen Akhir terendapkan paket serpih dan batu gamping yang dikenal sebagai Lapisan Atan.

Pengendapan Lapisan Atan berakhir pada peralihan kala Oligosen Awal-Oligosen Akhir oleh suatu fase regresif, ditandai dengan adanya pengendapan klastik kasar yang berumur Oligosen Akhir. Lapisan ini dikenal sebagai Lapisan Marah, yang terdiri atas litologi batu pasir dan konglomerat. Pada kala ini juga diendapkan Formasi Pamaluan, dengan karakter litologi serpih dan batu lanau.

Formasi Pamaluan bergradasi menjadi batu gamping Formasi Bebulu pada Kala Miosen Awal. Batu gamping tersebut membentuk *platform* yang besar pada sub Cekungan Kutai. Kemudian batu gamping dari Formasi Bebulu secara selaras digantikan oleh Formasi Pulau balang pada peralihan kala Miosen Awal-Miosen Tengah, yang terdiri atas litologi dominan serpih, batu gamping *mudstone*, dan secara setempat terdapat perlapisan batu pasir. Kala Miosen



Gambar 1. Kolom stratigrafi regional Cekungan Kutai, Barito, dan Tarakan²

Tengah merupakan inisiasi terbentuknya Delta Mahakam. Pada kala ini grup Balikpapan diendapkan secara tidak selaras menggantikan Formasi Pulau balang. Grup Balikpapan terdiri atas Formasi Mentawir, Formasi Maruat, dan Formasi Klandasan.

Formasi Mentawir tersusun atas litologi dominan batu pasir yang berselingan dengan litologi batu lempung, batu lanau, dan perlapisan batu bara. Batu pasir pada Formasi Mentawir bersifat masif, dan berukuran butir halus hingga sedang. Sedangkan ke arah pantai, Formasi Mentawir bergradasi menjadi perselingan batu pasir tipis berbutir halus dengan serpih dan/atau batu lempung, dan sisipan-sisipan batu bara.

Kemudian Formasi Klandasan secara selaras diendapkan diatas Formasi Mentawir, yang terdiri atas litologi serpih, napal, dan endapan karbonat. Ke arah timur Formasi Klandasan diendapkan interval karbonat, dikenal sebagai Formasi Maruat. Kala Miosen Akhir diakhiri oleh suatu proses regresi yang kuat, yang ditandai oleh kehadiran bagian tepi endapan klastik kasar (*coarse clastic wedge*), yang merupakan bagian dari Formasi Kampung Baru.

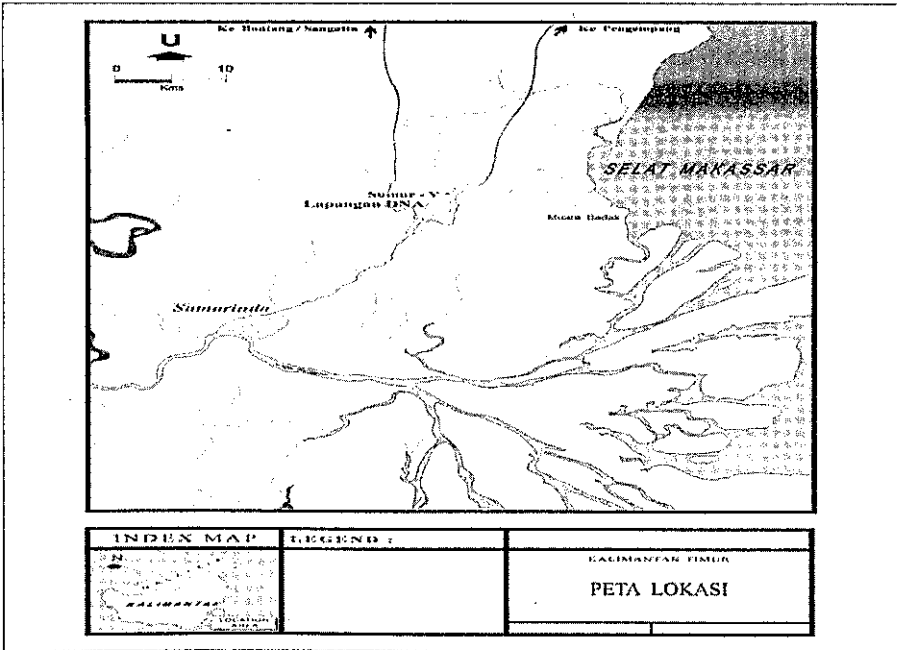
Pada kala Pliosen Awal, Formasi Kampung Baru diendapkan secara tidak selaras di atas grup Balikpapan. Formasi tersebut terdiri dari litologi dominan batu pasir, batu lanau, serpih, dan kaya akan batubara. Paket endapan klastik yang ukuran butirnya lebih kasar terdapat di bagian

tengah Formasi Kampung Baru, sedangkan endapan klastik di bagian atas formasi tersebut berukuran butir lebih halus. Hal tersebut membuktikan adanya proses transgresi yang kuat pada Kala Pliosen Awal. Proses transgresi ini menyebabkan diendapkannya fasies karbonat ke arah cekungan yang lebih dalam. Fasies karbonat ini dikenal sebagai batu gamping Formasi Sepingga².

Geologi Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian secara geologi merupakan bagian dari Sub Cekungan Kutai Bawah. Dan secara geografis daerah penelitian terletak 35 km ke arah utara Kota Samarinda, Kalimantan Timur (Gambar 2).

Stratigrafi daerah penelitian merupakan bagian paket endapan sedimen Formasi Mentawir² yang berumur Miosen Tengah, berada pada kisaran zona plangtonik N10-N14. Formasi ini tersusun oleh batu pasir kuarsa dengan ukuran butir halus-sedang, berselingan dengan batu lempung, batu lanau, serpih, dan batu bara. Urutan tersebut merupakan bagian dari sistem pengendapan sedimen klastik deltaik hingga paralik yang mengalami progradasi dengan cepat dalam suatu sistem regresif, berlangsung sepanjang waktu diselingi oleh fase genang laut secara lokal membentuk sistem pengendapan Delta Mahakam¹.



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan percontoh

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah struktur antiklin yang menonjol dan patahan naik di bagian barat antiklin. Antiklin semberah berkembang di pusat daerah penelitian dan meliputi sebagian besar lapangan penelitian. Sesar ini mematahkan lapisan-lapisan berumur Miosen Tengah-Miosen Awal, termasuk keseluruhan urutan pengendapan Formasi Mentawir bagian tengah¹.

Palinologi

Pada lingkungan delta dapat ditemukan kandungan palinologi atau palinomorph dengan kelimpahan yang tinggi, maka analisis biostratigrafi yang paling tepat digunakan dalam penelitian ini adalah analisis palinologi.

Analisis palinologi merupakan salah satu cabang yang penting dari mikro paleontologi selain analisis foraminifera dan *calcareous* nannoplankton, adalah studi mengenai spora dan polen dari vegetasi darat dan vegetasi air payau. Walaupun cabang pengetahuan ini masih sangat muda, tapi akhir-akhir ini perkembangannya maju dengan pesat. Fosil-fosil polen dan spora dapat dipakai untuk penentuan umur, identifikasi lingkungan pengendapan, maupun untuk membantu korelasi jarak jauh, juga untuk korelasi antara sedimen-sedimen laut dan darat, dan untuk klimatologi.

Identifikasi palinomorph dilakukan berdasarkan pada morfologi dan struktur polen dan spora yaitu *sculpture*, *aperture* serta kumpulan dan bentuk butir. *Sculpture* digambarkan sebagai permukaan struktur polen, terdiri atas variasi bentuk permukaan *tectum*, pada kondisi butir *tectate*, dan pada kondisi butir *intectate*. Bentuk-bentuk *sculpture* utama antara lain adalah *psilate* (permukaan halus), *scabrate* (pada permukaan terdapat sedikit area yang terangkat $< 1\mu$), *gemmate* (pada permukaan terdapat tonjolan bundar), *verrucate* (pada permukaan terdapat tonjolan kasar), *echinate* (tonjolan pada permukaan berbentuk seperti duri) dan *striate* (permukaan dengan dasar yang seperti sejajar satu sama lain)³.

Semua polen mempunyai *aperture* yang merupakan bagian tipis pada *exine* yang secara langsung maupun tidak berhubungan dengan permukaan. *Aperture* terdiri atas dua tipe, yaitu: *colpi* dan pori. Yang membedakan *colpi* dan pori adalah posisi, dan juga perbandingan panjang dan lebarnya. *Colpi* terletak pada *ektexine*, sedangkan

pori menembus *endexine*. Jika perbandingan panjang dan lebarnya < 2 , maka disebut pori, walaupun tidak berupa bulatan yang umum, dan jika perbandingan panjang dan lebarnya > 2 , maka disebut *colpi*³.

METODOLOGI

Material yang digunakan dalam penelitian ini merupakan percontoh *cutting* yang berasal dari sumur 2 X2 dengan interval kedalaman 1002 - 4.1402, Lapangan 2 DNA2, Kalimantan Timur yang berjumlah 27 percontoh. Seluruh percontoh dipreparasi di laboratorium palinologi LEMIGAS.

Teknik preparasi meliputi perendaman percontoh dalam HCl, HF dan HNO₃ untuk memisahkan palinomorf dari sedimen sehingga didapat jumlah yang memadai untuk analisis yang bersifat kuantitatif. Perendaman dalam HNO₃ yang dikenal sebagai proses oksidasi dilanjutkan dengan perendaman dalam larutan KOH dengan konsentrasi 10%. Proses perendaman dalam KOH disebut dengan proses alkali yang bertujuan untuk membersihkan residu percontoh akibat proses oksidasi. Tahap selanjutnya adalah menyaring residu dengan saringan berukuran 5 mikron untuk memisahkan palinomorf dari material lain berukuran *debris* (berukuran lebih kecil dari 5 mikron) sehingga mampu meningkatkan jumlahnya dalam residu. Tahapan yang terakhir adalah meneteskan residu ke gelas preparat untuk pembuatan *slide* dengan menggunakan *polyvinyl alcohol* dan balsam canada (*canada balsam*). Setelah tahapan ini residu telah siap dianalisis di bawah mikroskop.

Identifikasi fosil polen dan spora dilakukan dengan menggunakan mikroskop transmisi binokular untuk pemberian nama dan penghitungan jumlah. Hasil pengujian ini dicatat dalam lembar identifikasi hasil yang selanjutnya akan diplotkan menjadi suatu diagram polen ke dalam komputer dengan menggunakan perangkat lunak *strata bugs*.

Pada diagram polen terdapat kolom-kolom yang menunjukkan kedalaman, litologi, gamma log, umur, zona palinologi, spesies penunjuk, *system tracts*, lingkungan pengendapan, kelimpahan, keragaman, dan jumlah absolut polen dari tiap kelompok ekologi. Interpretasi umur sedimen ditentukan berdasar pada spesies penunjuk pada zonasi hasil analisis pada daerah penelitian⁴. Sedangkan analisis lingkungan

pengendapan purba mengadaptasi pada klasifikasi lingkungan delta⁵⁾ dan analisis biostratigafi sikuen mengacu pada *system tracts*⁶⁾.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis palinologi 27 percontoh cutting sumur 2X2, dengan interval kedalaman 1002 - 4.1402, lapangan 2 DNA2, memberikan hasil keragaman sedang dan kemelimpahan yang relatif tinggi. Berdasarkan kandungan palinomorph pada batuan sedimen yang diteliti maka dapat disusun zonasi polen dan umur sedimen serta lingkungan pengendapan batuan sedimen.

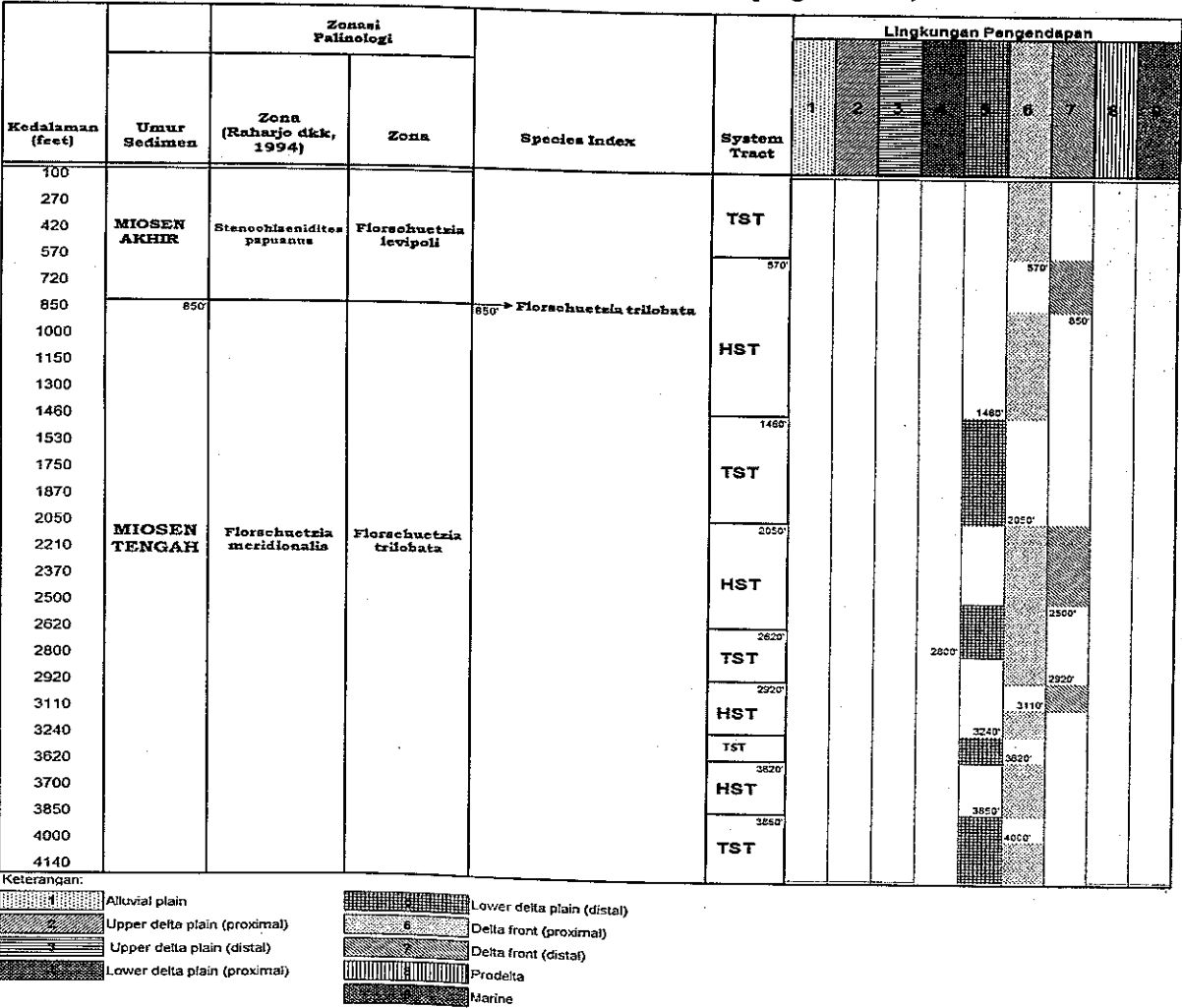
Hasil pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *strata bugs* yang memuat hasil interpretasi umur sedimen batuan, zonasi palinologi, lingkungan pengendapan, dan *system tract* sedimen berupa diagram analisis distribusi kuantitatif palinologi yang ditampilkan dalam bentuk tabel ringkasan biostratigrafi (Tabel 1).

Dari tabel ringkasan biostratigrafi sumur ‘X’ interval 100’–4.140’ maka dapat diketahui zonasi dan umur batuan sedimen, lingkungan pengendapan dan *system tract* daerah penelitian sebagai berikut.

Zonasi Polen

Berdasarkan kemunculan akhir *Florschuetzia trilobata* pada kedalaman 850’ di sepanjang interval 100’–850’, maka batuan sedimen pada interval tersebut termasuk dalam Zona *Florschuetzia levipoli* dan pada interval selanjutnya pada kedalaman 850’–4.140’ termasuk dalam Zona *Florschuetzia trilobata*. Zona ini dapat dibandingkan dengan Zona *Stenochlaenidites papuanus* (interval 100’–850’) dan Zona *Florschuetzia meridionalis* (interval 850’–4.140’)⁴⁾.

Tabel 1. Ringkasan Biostratigrafi Sumur ‘X’ interval 100’-4.140’, Lapangan ‘DNA’, Kalimantan Timur



Umur Sedimen

Berdasarkan zonasi palinologi tersebut di atas, maka dapat ditetapkan bahwa umur dari kandungan fosil polen pada sumur 2 X2, dengan interval kedalaman 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 adalah Miosen Tengah hingga Miosen Akhir.

Kemunculan *Scolocyamus magnus* yang merupakan fosil kunci untuk umur Miosen Tengah, menggantikan ketidakhadiran *Florschuetzia meridionalis* pada interval batuan sedimen di sumur 'X' interval 100'–4.140'. Ketidakhadiran suatu jenis polen sangat mungkin dalam suatu penelitian palinologi yang antara lain disebabkan oleh faktor dalam seperti kemampuan adaptasi terhadap lingkungan, maupun faktor luar seperti angin, air (hujan atau arus sungai), keadaan delta, dan gejala-gejala geologi⁷.

Lingkungan Pengendapan

Rendahnya kemelimpahan dan keragaman dinoflagelata laut menunjukkan bahwa polen dan spora di sepanjang interval yang diteliti lebih banyak diendapkan pada lingkungan darat dan transisi. Hal ini juga didukung oleh kemelimpahan polen dan spora yang ditemukan pada lingkungan pengendapan *mangrove*, *backmangrove* dan *peatswamp*. Dari hasil analisis palinologi menyatakan bahwa sumur 2 X2 dengan interval kedalaman 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 terendapkan pada lingkungan pengendapan *lower delta plain* (distal) hingga *delta front* (distal)⁵.

Interval kedalaman 100'–1.460' diendapkan pada lingkungan *delta front* (*proximal-distal*), ditandai dengan ditemukannya palinomorph dengan kecenderungan menerus pada beberapa interval kedalaman dengan keragaman dan kemelimpahan sedang dari palinomorph *Avicennia* type, *Camptostemon* sp., dan *Zonocostites ramonae* (*mangrove*); *Acrostichum aureum*, *Acrostichum speciosum* dan *Discoidites novaguinensis* (*backmangrove*); *Striatricolpites catatumbus*, *Canthium* sp. dan *Ilexpollenites* sp. (*riparian*); *Durio* type dan *Sapotaceoidaepollenites* sp.3 (*peatswamp*); *Calophyllum* type (*air tawar*).

Lingkungan pengendapan kemudian cenderung bergeser ke area yang lebih dangkal dalam yaitu *lower delta plain* (distal) pada interval kedalaman 1.460'–2.800' yang ditandai dengan meningkatnya kelimpahan palinomorph

Zonocostites ramonae (*mangrove*); *Cephalomappa* sp. (*peatswamp*); dan *Elaeocarpus* sp. dan *Palmaepollenites* sp. (*air tawar*). Selain itu juga ditemukan palinomorph dengan kelimpahan rendah seperti *Florschuetzia levipoli* dan *Florschuetzia trilobata* form A1 (*backmangrove*); dan *Striatricolpites catatumbus* (*riparian*). Selanjutnya lingkungan pengendapan bergeser ke area yang lebih dalam yaitu *delta front* (*proximal-distal*) pada interval kedalaman 2.800–3.240' dan pada interval 3.240'–4.140' kembali diendapkan pada lingkungan *lower delta plain-delta front*.

Biostratigrafi Sikuen

Berdasarkan pada perubahan jumlah kumpulan taksa pada kelompok ekologi *mangrove* dan *air tawar*, juga perubahan lingkungan pengendapan, maka dapat disimpulkan bahwa biostratigrafi sikuen sumur 2 A2 interval kedalaman 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 adalah *Transgressive system tract* hingga *highstand system tract*⁶.

Transgressive system tract ditandai dengan kemunculan menerus pada interval daerah penelitian dari palinomorph *mangrove* seperti *Avicennia* type dan *Zonocostites ramonae* yang mempunyai kelimpahan tinggi. Pada *Highstand system tract* tidak ditemukan adanya palinomorph *mangrove* dan ditandai dengan adanya kemunculan menerus dengan kelimpahan tinggi dari kumpulan palinomorph *air tawar*, antara lain adalah *Calophyllum* type, *Casuarina* sp., *Elaeocarpus* sp., *Palmaepollenites* sp. dan *Stemonurus* sp.

KESIMPULAN

Penelitian palinologi pada 27 percontoh *cutting* sumur 2 X2, dengan interval kedalaman 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2, menunjukkan bahwa zonasi palinologi lapangan penelitian terdapat pada Zona *Florschuetzia levipoli* (interval 1002–8502) dan Zona *Florschuetzia trilobata* (interval 8502–4.1402) berdasarkan pada kemunculan akhir *Florschuetzia trilobata* pada kedalaman 8502. Zonasi ini dapat dibandingkan dengan Zona *Stenochlaenidites papuanus* (interval 1002–8502) dan Zona *Florschuetzia meridionalis* (interval 8502–4.1402)⁴.

Berdasarkan zonasi palinologi pada sumur 2 X2 maka dapat diketahui bahwa umur batuan sedimen pada sumur 2 X2 interval 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 adalah Miosen Tengah hingga Miosen Akhir. Lingkungan delta sumur 2 X2 interval 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 adalah *lower delta plain* (distal) hingga delta front (distal)⁵. Dan berdasarkan perubahan jumlah kumpulan taksa pada kelompok ekologi *mangrove* dan air tawar dan perubahan lingkungan pengendapan, maka biostratigrafi sikuen sumur 2 X2 interval kedalaman 1002–4.1402, lapangan 2 DNA2 adalah *transgressive system tract* hingga *highstand system tract*⁶.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Allen, G.P., Chambers, J.L.C. 1998. "Sedimentation in The Modern and Miocene Mahakam Delta". Jakarta: Indonesian Petroleum Association.
- ²Courteney, S., Cockcroft, P., Lorentz, R., Miller, R., Ott, H.I., Prijosoedilo, P., Suhendan, A. R., Wight, A.W.R., dan Wiman, S.K., (Eds.). 1991. "Indonesia oil and gas field atlas volume V: Kalimantan". Jakarta: Indonesian Petroleum Association.
- ³Moore, P. D. and Webb, J. A. 1978. An Illustrated Guide to Pollen Analysis. London: Hodden and Stoughton. 133 pp.
- ⁴Rahardjo, A. T., Polhaupessy, A. A., Nugrahaningsih, L. dan Lelono, E. B. 1994, "Zonasi Polen Tersier Pulau Jawa". *Proc. Indones. Assoc. Geol. (IAGI)*, 23.
- ⁵Morley, R. J. 1977a. "Floral Zone Applicable to the Neogene of Eastern Kalimantan". Unpublished Report.
- ⁶Morley, R. J. 1995. "Biostratigraphic Characterization of System Tracts in Tertiary Sedimentary Basins". Proceedings Indonesian Petroleum Association.
- ⁷Traverse, A. 1988. Paleopalynology. Boston: Department of Geosciences, College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University.