

Analisis Sedimentologi dan Potensi Reservoir pada Formasi Air Benakat Cekungan Sumatra Selatan

Wahyuni Annisa Humairoh*¹⁾, Hardian Dwi Lakstianto²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta
Jl. Padjajaran (Ringroad Utara) No.104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283.

²⁾Arsyanendra Panca Energi Consultant
Jl.Sewon, Timbul Haro, Bantul, Yogyakarta 55180.

*wahyuni.annisahumairoh@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Formasi Air Benakat memiliki potensi sebagai reservoir yang baik di Cekungan Sumatra Selatan, selain itu Formasi Air Benakat berada pada posisi yang dangkal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lingkungan pengendapan yang berkembang pada Formasi Air Benakat dan potensi reservoirnya. Metode yang digunakan berupa integrasi data *core*, data petrografi dan paleontologi pada kedalaman 3117 ft hingga 3137 ft dari sumur X. Berdasarkan hasil deskripsi *core* lingkungan pengendapan Formasi Air Benakat di lokasi penelitian berupa lingkungan laut dangkal hingga transisi dengan *facies middle shoreface* hingga *foreshore*. Hasil analisis *core* tiga sampel menunjukkan porositas sebesar 17% - 24%, namun memiliki nilai permeabilitas yang berbeda. Sampel 1 pada bagian atas memiliki permeabilitas yang sangat rendah sebesar 0.21 mD dibandingkan sampel 2 dan 3 yang berada dibagian bawah. Nilai permeabilitas sampel 2 dan 3 sebesar 694 mD dan 13.2 mD. Nilai ini dipengaruhi oleh struktur sedimen dan kandungan lempung. Sampel 2 memiliki nilai permeabilitas terbesar karena kandungan lempung paling sedikit dan ukuran butir yang besar (batupasir kasar). Sampel 1 dan 3 merupakan batupasir sangat halus dan batupasir halus.

Kata kunci: Sedimentologi, Air Benakat, Reservoir, Lingkungan Pengendapan.

ABSTRACT

The Air Benakat Formation has the potential to be a good reservoir in the South Sumatra Basin, apart from that, the Air Benakat Formation is in a shallow position. This research aims to determine the depositional environment that developed in the Air Benakat Formation and its reservoir potential. The method used is the integration of core data, petrographic, and paleontological data at a depth of 3117 ft to 3137 ft (X well). Based on the results of the core description, the depositional environment of the Air Benakat Formation at the research location is a shallow marine to transitional environment with middle shoreface to foreshore facies. The core analysis results of the three samples show a 17% - 24% porosity but have different permeability values. Sample 1 at the top has a very low permeability of 0.21 mD compared to samples 2 and 3 which are at the bottom. The permeability values for samples 2 and 3 are 694 mD and 13.2 mD. This value is influenced by the sedimentary structure and clay content. Sample 2 has the largest permeability value because it contains the least clay and a large grain size (coarse sandstone). Samples 1 and 3 are very fine sandstone and fine sandstone.

Keywords: Sedimentology, Air Benakat, Reservoir, Depositional Environment.

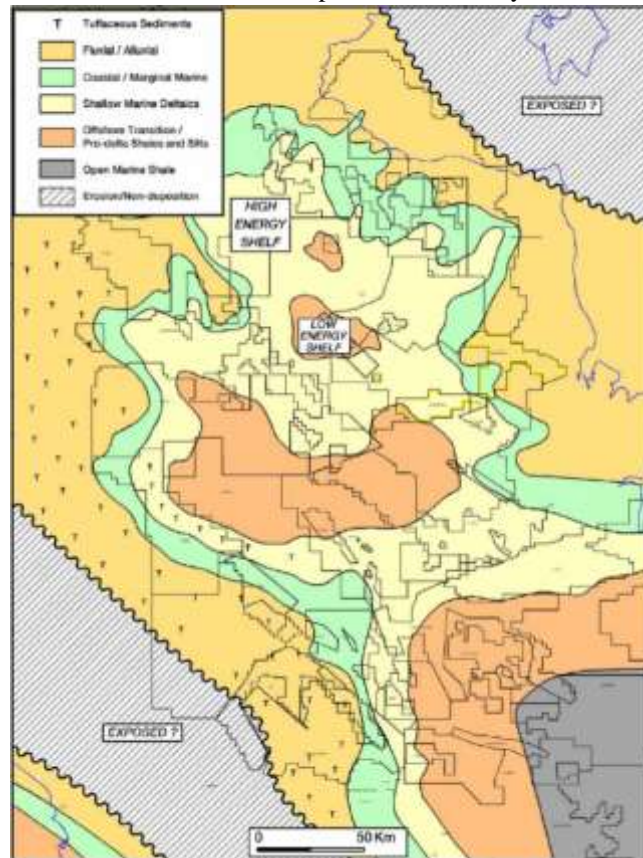
Pendahuluan

Integrasi data *core*, data petrografi dan paleontologi dapat digunakan untuk menginterpretasi dinamika sedimentasi, pada penelitian ini dilakukan pada Formasi Air Benakat, Cekungan Sumatra Selatan. Ginger dan Fielding (2005) mengemukakan bahwa batupasir Formasi Air Benakat memiliki potensi sebagai reservoir dengan batuan penutuping berupa *intra-formational seal*. Reservoir yang memiliki porositas tinggi (> 20%) dan permeabilitas tinggi (10 mD – 3000 mD) berada pada lingkungan pengendapan laut dangkal dan daerah transisi (*coastal* atau *deltaic*) (**Gambar 1**). Reservoirnya memiliki *cut-off* porositas sebesar 16-18 % dan permeabilitas kurang dari 5 mD. Nilai *cut-off* yang tinggi ini disebabkan adanya komponen vulkanik dan kandungan lempung yang cukup tinggi pada batupasirnya.

Ginger dan Fielding (2005) juga mengemukakan bahwa *play* yang berkembang pada Formasi Air Benakat ini (batuan tudung, batuan induk, migrasi dan kehadiran reservoir) memiliki resiko yang rendah. **Gambar 2** merupakan kolom

regional stratigrafi yang menunjukkan bahwa pada Formasi Air Benakat, reservoir yang berkembang berupa reservoir gas dan reservoir minyak (*oil*). Formasi Air Benakat berkembang pada fase *post-rift* dengan umur Miosen Tengah

Batupasir Formasi Air Benakat menarik untuk diteliti karena merupakan reservoir yang lebih dangkal dibandingkan dengan reservoir pada Formasi Talang Akar. Oleh karena itu studi ini bertujuan untuk mengetahui lingkungan pengendapan yang berkembang pada Formasi Air Benakat dan potensi reservoirnya.

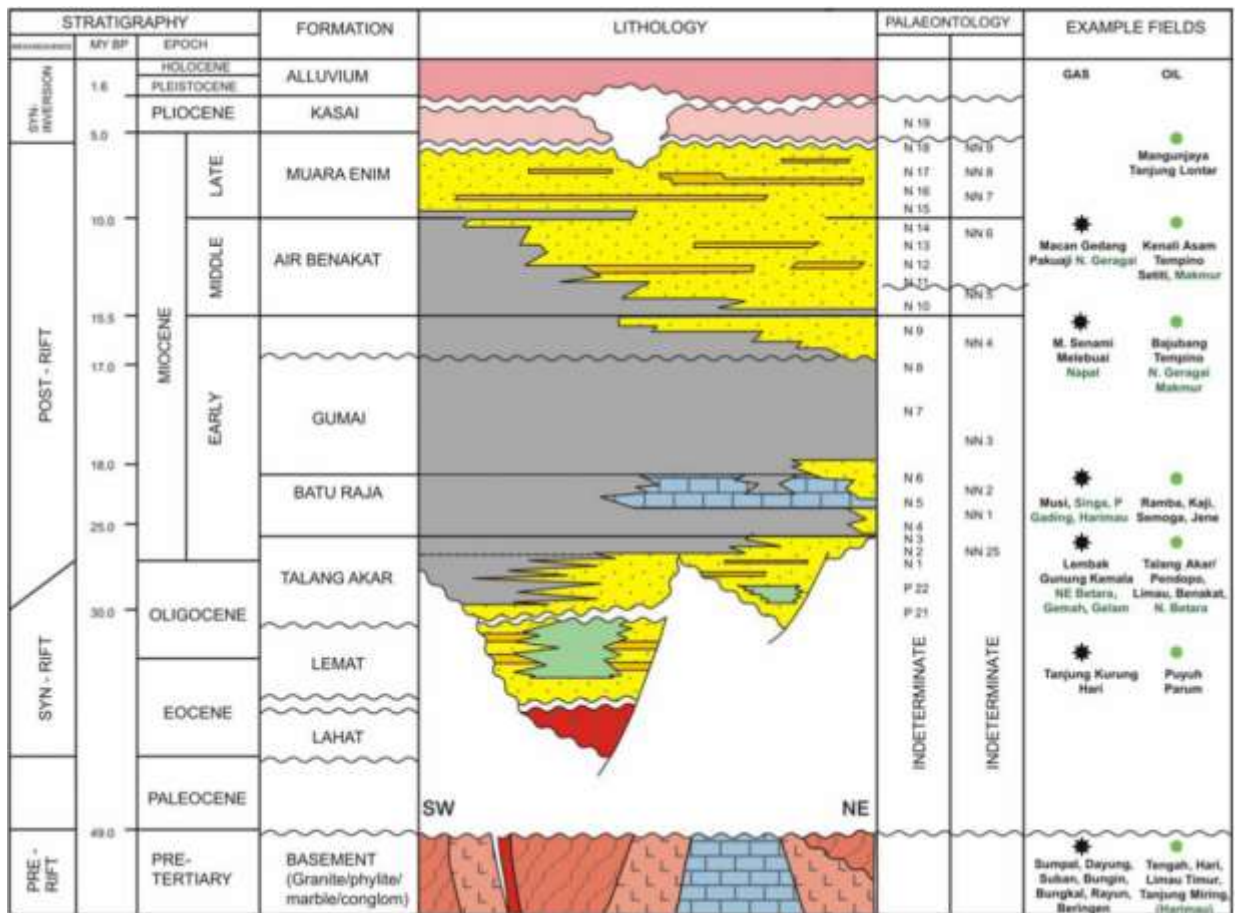


Gambar 1. Peta Peleogeografi Formasi Air Benakat Cekungan Sumatra Selatan (Ginger dan Fielding, 2005)

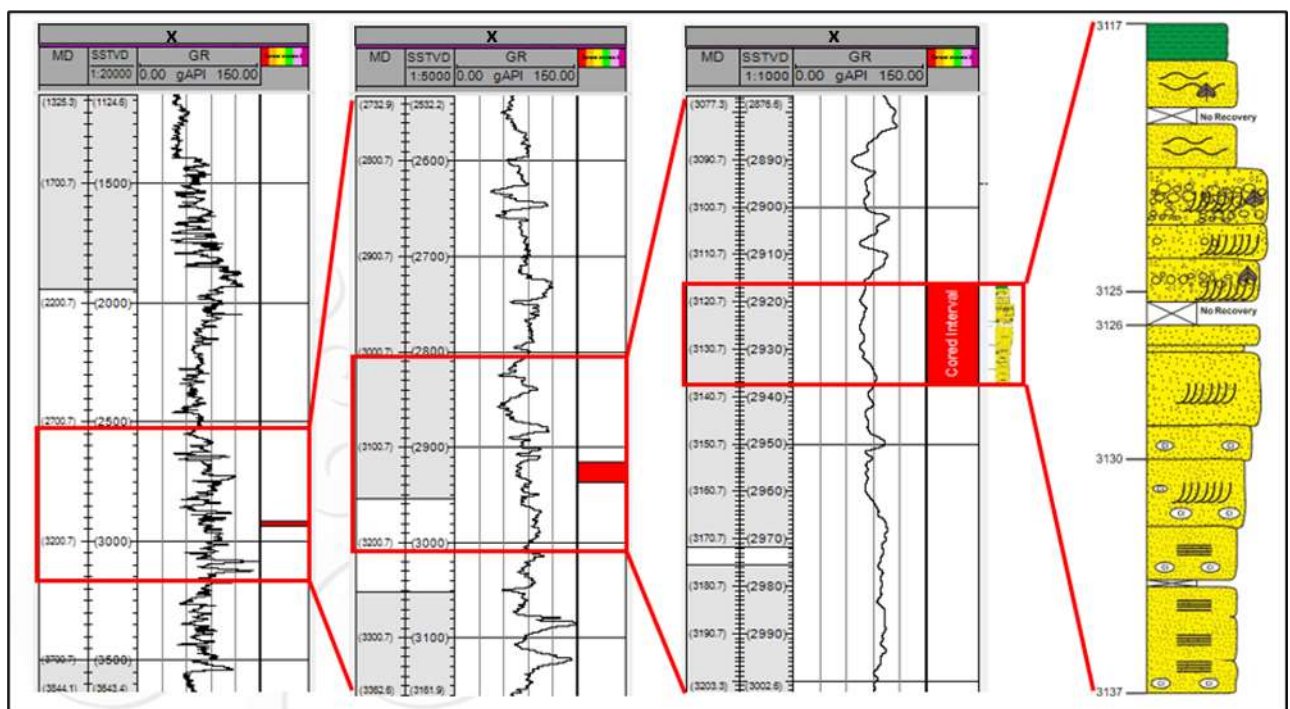
Metodologi dan Hasil

Core sumur X yang dianalisis memiliki total interval sebesar 20 ft. Berdasarkan pengukuran lapangan interval tersebut berada pada kedalaman 3117 ft hingga 3137 ft (**Gambar 3**). Pada interval ini juga dilakukan analisis paleontologi, petrografi pada masing-masing tiga sampel yang dipilih secara random di bagian bawah, tengah dan atas.

Bagian bawah dari core yang diperoleh tersusun atas batupasir dengan struktur laminasi paralel dan keatas berubah menjadi batupasir dengan struktur silang siur sejajar (*planar*). Bagian tengah tersusun atas batupasir konglomeratan dengan struktur silang siur melengkung (*through*). Bagian atas tersusun atas batupasir dengan struktur flaser yang berubah menjadi serpih. Hasil analisis tersebut akan diintegrasikan dengan data deskripsi core untuk menghasilkan pembahasan sedimentologi yang komprehensif.



Gambar 2. Kolom stratigrafi regional Cekungan Sumatra Selatan (Ginger dan Fielding, 2005)



Gambar 3. Posisi core yang diperoleh pada sumur X.

Interpretasi Litofasies Sumur X

Pembagian litofasies didasari oleh perbedaan ukuran butir sedimen dan struktur sedimen yang membentuk batuan. Interpretasi terhadap *core* pada sumur X menunjukkan terdapat lima litofasies, yaitu batupasir berstruktur laminasi paralel, batupasir berstruktur silang siur melengkung (*through*), batupasir konglomeratan berstruktur silang siur melengkung (*through*), batupasir berstruktur *flaser*, dan serpih (**Gambar 4**). Secara umum, lingkungan pengendapan berada pada lingkungan transisi pada daerah pasang surut, interpretasi tersebut berdasarkan jenis struktur sedimen yang ditemukan antara lain silang siur melengkung (*through*) dan *flaser*.

- Batupasir berstruktur laminasi paralel
Litofasies ini berada pada kedalaman 3132 hingga 3137 ft. Batupasir berwarna abu-abu terang, berukuran pasir sangat halus dengan beberapa *nodule* lempung. Struktur sedimen paralel laminasi, sortasi baik, derajat kelengkungan *subrounded*, kemas tertutup. Komposisi mineral tersusun atas dominasi kuarsa, mineral hornblende, material vulkanik, dan pirit. *Nodule* tersusun atas material berukuran lempung.
- Batupasir berstruktur silang siur sejajar (*planar*)
Litofasies ini berada pada kedalaman 3126 hingga 3132 ft. Batupasir berwarna abu-abu, berukuran pasir halus hingga kasar, dengan beberapa *nodule* lempung berukuran hingga 4,5 cm. Struktur sedimen silang siur melengkung (*through*), derajat kelengkungan *subrounded*, kemas tertutup. Komposisi tersusun secara dominan oleh kuarsa, sedikit mineral hornblende, tuf, dan pirit. *Nodule* tersusun atas material berukuran lempung.
- Batupasir konglomeratan berstruktur silang siur melengkung (*through*)
Litofasies ini berada pada kedalaman 3121,4 hingga 3126 ft. Batupasir konglomeratan berwarna coklat muda, fragmen berukuran kerikil (0,2 – 4,5 cm) serta matriks berukuran pasir kasar. Struktur sedimen silang siur melengkung (*through*), sortasi buruk, derajat kelengkungan medium – *subrounded*, kemas terbuka. Komposisi didominasi oleh mineral kuarsa dan sedikit mineral pirit, terdapat beberapa macam fragmen seperti kuarsa, andesit, tuf, serta kayu.
- Batupasir halus berstruktur *flaser*
Litofasies ini berada pada kedalaman 3118,2 hingga 3121,4 ft. Batupasir berwarna abu-abu terang hingga gelap, berukuran pasir halus serta serpih dengan beberapa fragmen berukuran 0,1 – 0,6 cm. Struktur sedimen *flaser*, sortasi buruk hingga menengah, derajat kelengkungan medium – *subrounded*. Komposisi tersusun atas mineral kuarsa yang dominan, beberapa mineral pirit, serta terdapat fragmen seperti tuf, kuarsa, andesit, serta kayu.
- Serpih (*Shale*)
Litofasies ini berada pada kedalaman 3117 hingga 3118,2 ft. Serpih berwarna abu-abu gelap, berukuran lanau hingga lempung, struktur menyepih (*fissile*), sortasi buruk, kemas tertutup. Komposisi mineral berupa kuarsa yang dominan, serta sedikit mineral pirit.

Analisis Pelontologi

Terdapat 3 sampel dari sumur X yang dianalisis paleontologi. Sampel dipilih pada tiga bagian yaitu bagian bawah, tengah dan atas. Ketiga sampel yang dianalisis terdiri dari sampel *core* pada kedalaman 3134 ft (bawah), 3127 ft (tengah), dan 3117,5 ft (atas), dimana semuanya termasuk ke dalam Formasi Air Benakat.

- Sampel Bawah 3134 ft
Berdasarkan hasil analisis paleontologi pada sampel dari kedalaman 3134 ft, dijumpai 8 fosil foraminifera plangtonik dan 4 fosil foraminifera bentonik. Fosil foraminifera plangtonik yang ditemukan berupa spesies *Globigerina praebulloides* (N1 – N19), *Globigerinoides obliquus obliquus* (N8 – N19), *Globorotalia fohsi lobata* (N10 – N12), *Globorotalia mayeri* (N3 – N14), *Globorotalia menardii A* (N12 – N18), dan *Orbulina universa* (N9 – N23). Dijumpainya *Globorotalia fohsi lobata* dan *Globorotalia menardii A* menunjukkan bahwa sampel ini berumur N12 (Blow, 1969) atau Miosen Tengah. Sedangkan fosil foraminifera bentonik yang ditemukan berupa spesies *Haynesia germanica*, *Nonion fabum*, *Pyrgo laevis*, dan *Rhabdammina discreta*. Asosiasi spesies foraminifera bentonik tersebut menunjukkan lingkungan *inner neritic – middle neritic*, dengan kedalaman 7 hingga 50 ft.
- Sampel Tengah 3127 ft
Berdasarkan hasil analisis paleontologi pada sampel dari kedalaman 3127 ft, tidak dijumpai fosil foraminifera plangtonik maupun fosil foraminifera bentonik. Hal ini diduga disebabkan oleh litologi dari sampel tersebut yang cenderung berukuran butir pasir kasar – kerikil, meskipun terdapat sisipan-sisipan tipis matriks lempung. Selain itu, energi pengendapan yang tinggi juga diduga menjadi salah satu penyebab fosil foraminifera tidak terpreservasi dengan baik. Oleh karena itu, umur dan lingkungan pengendapan pada sampel ini tidak dapat ditentukan.

- Sampel Atas 3117.5 ft

Berdasarkan hasil analisis paleontologi pada sampel dari kedalaman 3134 ft dijumpai total 18 spesimen fosil, berupa 11 fosil foraminifera plangtonik dan 7 fosil foraminifera bentonik. Fosil foraminifera plangtonik yang ditemukan berupa spesies *Globigerinoides ruber* (N5 – N13, N18 – N23), *Globoquadrina altispira* (N5 – N19), *Globorotalia mayeri* (N3 – N14), *Globorotalia menardii* A (N12 – N18), *Globorotalia obesa* (N5 – N15), dan *Orbulina universa* (N9 – N23). Dijumpainya *Globorotalia menardii* A dan *Globigerinoides ruber* menunjukkan bahwa sampel ini berumur N12 – N13 (Blow, 1969) atau Miosen Tengah.

Apabila dibandingkan dengan sampel sebelumnya (Atas 3134 ft), spesies *Globorotalia fohsi lobata* yang akhir kemunculannya mencirikan umur N12 (Blow, 1969) sudah tidak dijumpai. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sampel ini mungkin lebih muda dari umur tersebut, yakni memiliki umur N13 (Blow, 1969). Namun, data yang terbatas serta tidak ada sampel lain di atas sampel ini membuat indikasi tersebut tidak dapat dibuktikan dan bisa keliru. Untuk memastikan hal tersebut, dibutuhkan analisis biostratigrafi. Oleh karena itu, dengan beberapa pertimbangan maka sampel ini dianggap memiliki umur N12 – N13 (Blow, 1969).

Fosil foraminifera bentonik yang ditemukan berupa spesies *Haynesia germanica*, *Quinqueloculina boueana*, dan *Triloculina trigonula*. Hadirnya spesies *Quinqueloculina boueana*, dan *Triloculina trigonula* mencirikan lingkungan transisi berupa *shoreline* hingga *inner neritic*, dengan kedalaman 0 hingga 10 ft. Litologi berupa *shale* berwarna gelap juga mendukung bahwa lingkungan pengendapan dari sampel ini berada di sekitar lingkungan tidal.

Analisis Petrografi

Terdapat 3 sampel dari sumur X yang dianalisis petrografi. Sampel dipilih pada tiga bagian yaitu bagian bawah, tengah dan atas. Ketiga sampel yang dianalisis terdiri dari sampel *core* pada kedalaman 3134 ft (bawah), 3127 ft (tengah), dan 3117.5 ft (atas), dimana semuanya termasuk ke dalam Formasi Air Benakat. Tatanama batuan untuk membedakan jenis fragmen batuan mengacu pada Schmid (1981) untuk batuan piroklastik, dan Pettijohn (1975) untuk batuan sedimen. Apabila dijumpai jenis batuan yang memiliki komposisi campuran antara piroklastik dan silisiklastik, maka tatanama detail digunakan dengan mengacu pada beberapa modifikasi dari klasifikasi Pettijohn (1975).

- Sampel Bawah 3134 ft

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel dari kedalaman 3134 ft, litologi yang dijumpai berupa *lithic wacke* dengan ukuran butir yang sangat halus - halus (0.05 – 0.2 mm). Struktur sedimen laminasi teramati dengan baik pada sampel ini. Mineral yang dominan dijumpai adalah kuarsa monokristalin (44%), disertai dengan mineral plagioklas (4%), hornblende (3%), dan kuarsa polikristalin (2%). Mineral-mineral tersebut secara umum memiliki bentuk *angular – subangular*. Dijumpai fragmen andesit (9%) dan mudrock (11%) dengan bentuk *subrounded – rounded* yang menandakan bahwa fragmen tersebut merupakan hasil redeposisi. Matriks yang berkembang pada sampel ini ialah *detrital clay* (10%) dan mikrit (8%) yang menunjukkan adanya percampuran antara material silisiklastik dan material karbonatan. Sampel ini memiliki porositas yang kecil (5%) yang terdiri dari porositas interpartikel. Kehadiran mineral plagioklas, hornblende dan fragmen andesit menandakan provenance batuan sedimen berasal dari aktivitas vulkanik. Ukuran butir halus (0.05–0.2 mm) menandakan sumber yang relatif jauh dari lokasi pengendapan. Selain itu, adanya percampuran antara material vulkanik dengan material silisiklastik dan karbonat menandakan batuan sedimen ini bukan produk vulkanik primer.

Pada sampel ini tidak teridentifikasi dengan baik tanda-tanda diagenesis karena sampel ini didominasi oleh material silisiklastik, dan hanya mengandung sedikit material karbonatan. Hanya dijumpai semen kalsit dengan tekstur halus dengan kelimpahan 3%, sehingga sulit untuk menentukan lingkungan diagenesis pada sampel ini. Namun, berkembangnya kontak antar butir yang didominasi oleh *long contact* memberikan indikasi bahwa batuan ini mengalami penimbunan yang dalam (*deep burial*). Selain itu, berkembangnya semen kalsit dan silika serta tidak dijumpainya porositas hasil pelarutan juga mendukung bahwa batuan ini mengalami diagenesis dalam hingga tahap mesodiagenesis.

- Sampel Tengah 3127 ft

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel dari kedalaman 3127 ft, litologi yang berkembang berupa *tuffaceous lithic arenite* yang berukuran butir halus - sedang (0.2 – 1.6 mm) dan telah mengalami milonitisasi. Tekstur

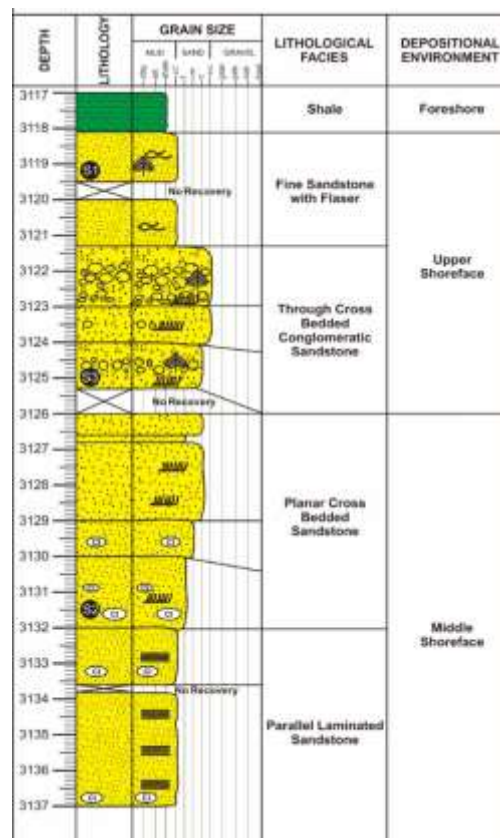
milonitik mengindikasikan adanya proses deformasi yang mungkin diakibatkan oleh sesar yang terjadi pada interval kedalaman ini. Mineral yang dominan dijumpai adalah kuarsa monokristalin (23%), disertai dengan mineral plagioklas (9%), dan kuarsa polikristalin (9%) yang secara umum memiliki bentuk *angular – subangular*. Dijumpai fragmen batuan vulkanik yang lebih melimpah dibanding interval sebelumnya (3134 ft) dimana terdapat fragmen andesit dengan kelimpahan sebesar (22%). Selain itu, fragmen lain yang dijumpai pada sampel ini ialah fragmen *mudrock* (8%), kuarsit (1%), dan wackestone (1%).

Kehadiran plagioklas dan litik andesit yang melimpah (31%) menunjukkan bahwa *provenance* vulkanik cukup signifikan diperkirakan berasal dari material piroklastik berukuran tuff. Seluruh fragmen batuan yang menyusun sampel ini bentuk *subrounded – rounded* yang menandakan bahwa fragmen tersebut merupakan hasil redeposisi atau resedimentasi dan bukan produk vulkanik primer. Matriks pada sampel ini ialah detrital clay (10%). Porositas yang berkembang berupa porositas interpartikel dan sedikit porositas *fracture* sebesar 9%.

- Sampel Atas 3117.5 ft

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel dari kedalaman 3117.5 ft, litologi yang berkembang berupa *mudrock* dengan ukuran butir sangat halus - halus (< 0.01 – 0.4 mm). Batuan ini didominasi oleh material berbutir halus meliputi *detrital clay* (70%) dan mikrit (8%). Ditemukannya *detrital clay* dan mikrit menunjukkan adanya pencampuran antara material silisiklastik dan material karbonatan. Mineral yang dijumpai adalah kuarsa monokristalin (8%), disertai dengan mineral plagioklas (2%), dan kuarsa polikristalin (1%) yang secara umum memiliki bentuk *angular – subangular*. Fragmen batuan yang ditemukan pada sampel ini tidak sebanyak interval sebelumnya, yaitu hanya dijumpai fragmen andesit dengan kelimpahan 2% dan fragmen *mudrock* dengan kelimpahan 3%. Porositas yang dijumpai pada sampel ini berupa porositas interpartikel dan *micro-vuggy* sebesar 4%.

Diagenesis yang terjadi pada sampel ini terdiri dari sementasi semen kalsit dengan ukuran sangat halus serta pelarutan yang sangat minor. Litologi yang berkembang pada sampel ini didominasi oleh material silisiklastik, sehingga cukup sulit untuk mengidentifikasi tanda-tanda diagenesis. Karena minimnya tanda-tanda diagenesis yang dapat teramati dengan baik, sulit untuk menentukan lingkungan diagenesis pada sampel ini.



Gambar 4. Interpretasi batuan inti pada sumur X

Diskusi

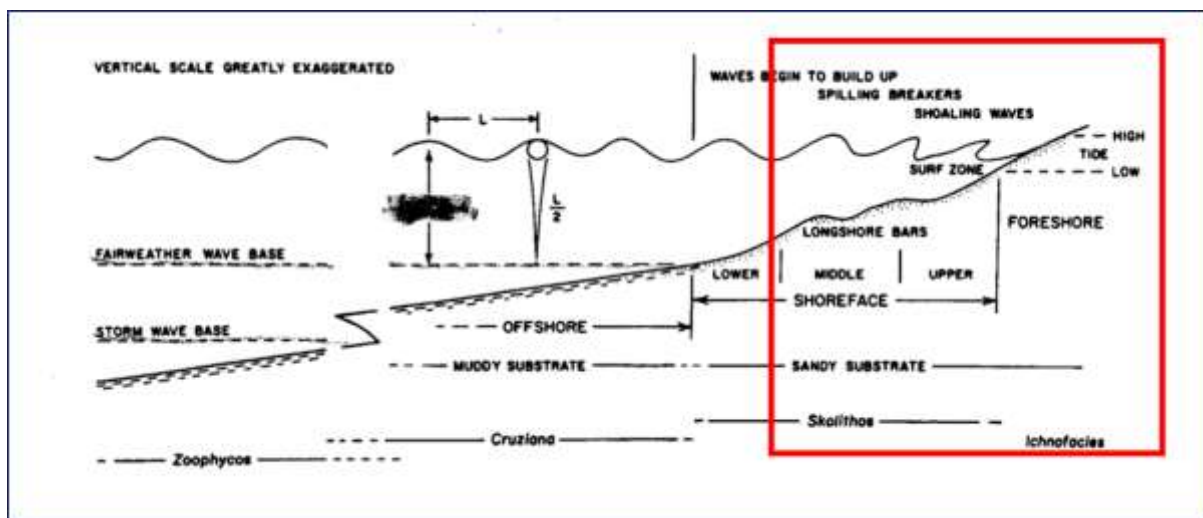
Analisis Sedimentologi

Core yang diambil pada sumur X merupakan bagian dari Formasi Air Benakat, hal ini kemudian didukung dari hasil analisis paleontologi yang menunjukkan batuan berumur Miosen Tengah. Analisis sedimentologi pada sumur X ini dilakukan untuk mengetahui arah sedimentasi, sumber suplai sedimen, serta lingkungan pengendapan. Berdasarkan data regional, arah sedimentasi yang terjadi relatif dari barat – barat laut ke timur – tenggara (**Gambar 1**). Data *paleocurrent* tidak tersedia sehingga tidak menjadi dasar dalam analisis arah sedimentasi. Daerah yang menjadi suplai utama sedimen pada Formasi Air Benakat menurut Ginger dan Fielding (2005) adalah Pegunungan Bukit Barisan yang terdiri dari beberapa gunungapi aktif pada Miosen Tengah.

Berdasarkan analisis *core* dan petrografi, terdapat beberapa batuan material yang menjadi sumber sedimen di daerah penelitian. Mineral kuarsa dan feldspar serta batuan beku seperti andesit melimpah berasal dari tinggian yang tersingkap menjadi penyuplai utama sedimen Formasi Air Benakat.

Hasil analisis tatanan tektonik dan *provenance* menurut Dickinson (1983) pada sampel juga menunjukkan bahwa sedimen berasal dari *recycled orogen*. Namun, kehadiran mineral dan batuan vulkanik seperti tuf, hornblende, material gelas vulkanik, dan pirit mengindikasikan bahwa di sekitar lokasi tersebut terdapat aktivitas vulkanisme yang cukup aktif dan menjadi salah satu penyuplai sedimen di sumur X. Berdasarkan analisis petrografi, kehadiran material vulkanik merupakan hasil proses resedimentasi karena belum ditemukannya efek bakar pada kontak antar butir mineral, namun dengan ditemukannya beberapa mineral hornblende menunjukkan bahwa proses resedimentasi belum jauh dari tempat pengendapan pertama. Selain itu, terdapat batuan metamorf berupa kuarsit mengindikasikan terdapat batuan dasar yang tersingkap dan menjadi salah satu penyuplai sedimen.

Analisis sedimentologi pada *core* sumur X menunjukkan secara umum sedimentasi berada pada lingkungan laut dangkal hingga transisi, yaitu mulai dari *shoreface* hingga *foreshore*. Mekanisme pengendapan yang dominan ialah mekanisme arus traksi, serta minim bahkan tidak dijumpai tanda-tanda pengaruh turbidit.



Gambar 5. Lingkungan Pengendapan Laut Dangkal (Walker dan James, 1992)

Sedimentasi *core* diawali dengan pengendapan batupasir berstruktur laminasi paralel yang diendapkan pada lingkungan *middle shoreface*. Menurut Walker dan James (1992) (**Gambar 5**), kehadiran batupasir berstruktur laminasi paralel diakibatkan oleh adanya pengaruh gelombang pada pengendapan fasies ini. Hal ini juga yang menyebabkan ditemukannya *clay nodule* pada fasies batupasir laminasi paralel. Lingkungan tersebut juga didukung oleh data paleobatimetri berdasarkan foraminifera bentonik yang menunjukkan lingkungan berupa Neritik Dalam hingga Neritik Tengah (0 – 80 m).

Sampel Bawah 3134 ft (**Gambar 6**), hasil analisis petrografi pada interval bagian bawah ini tersusun oleh litologi berupa *Lithic wacke*. Hal tersebut menandakan cukup banyaknya fragmen yang menyusun batuan tersebut yang umumnya berupa

fragmen andesit, serta kandungan matriks yang cukup melimpah (lebih dari 15%) yang terdiri dari mud dan mikrit. Kandungan material vulkanik yang dominan mengindikasikan bahwa terdapat aktivitas vulkanisme tepat sebelum waktu sedimentasi, kemudian material tersebut tertransportasi dan mengalami deposisi di daerah sumur X. Mineral hornblende yang cukup melimpah menunjukkan bahwa proses transportasi tidak terlalu jauh sehingga mineral tersebut masih dapat terpreservasi pada batuan. Selain mineral kuarsa dan plagioklas, pada fasies ini juga tersusun oleh mineral pirit dan analsim. Selain itu, mineral lempung yang berkembang pada fasies ini ialah smektit, kaolinit dan haloisit.

Sedimentasi selanjutnya berada pada lingkungan *middle shoreface* yang membentuk batupasir berstruktur silang siur planar. Sampel Tengah 3127 ft (**Gambar 7**), analisis petrografinya menunjukkan litologi yang berkembang pada fasies ini berupa *Tuffaceous lithic arenite*, yang menandakan bahwa kandungan material vulkanik pada fasies ini cukup melimpah, yakni lebih dari 25%. Kelimpahan ini lebih banyak dibandingkan dengan bagian lain pada interval ini.

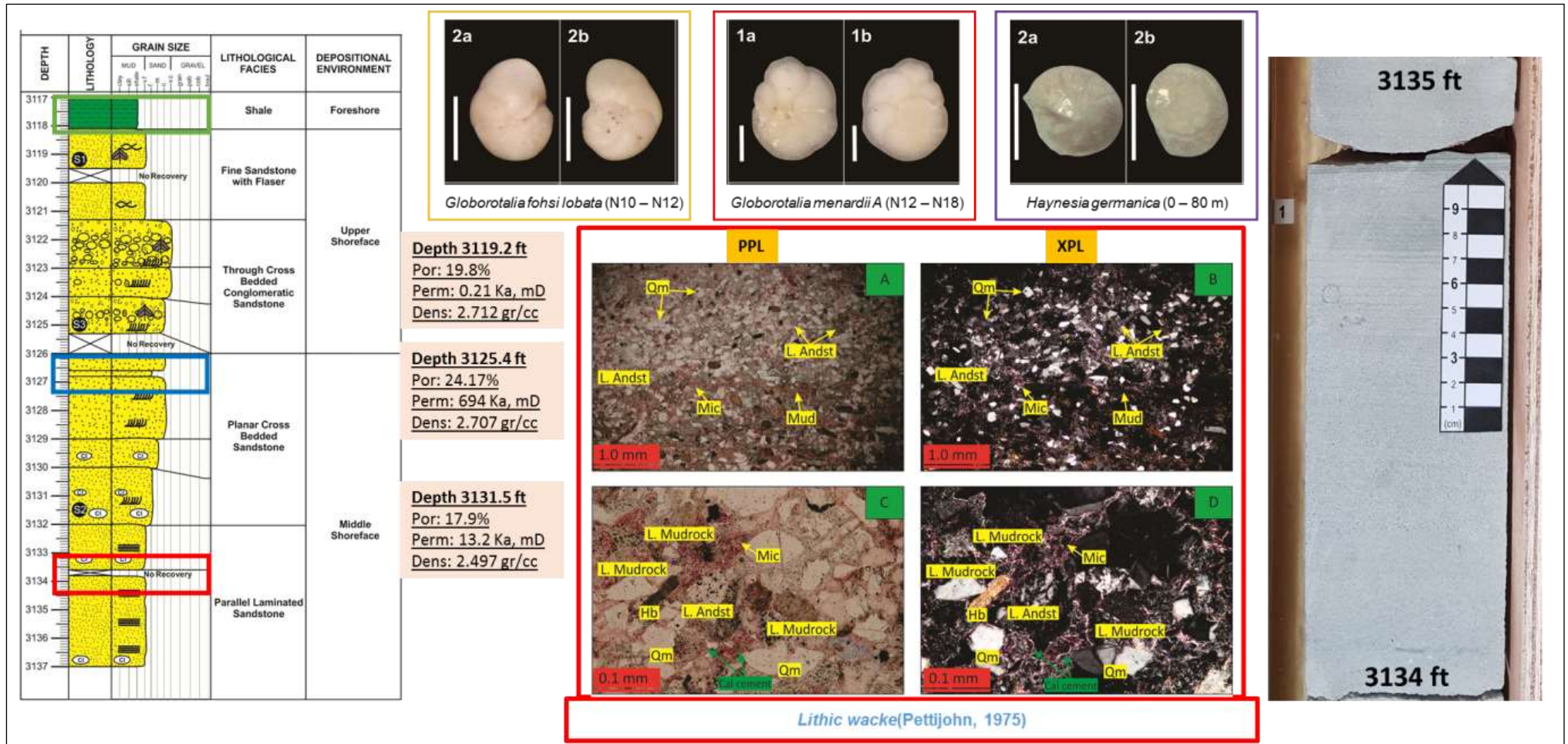
Kemudian, berkembangnya *lithic arenite* juga menandakan minimnya matriks pada fasies ini sehingga memungkinkan memiliki nilai porositas dan permeabilitas yang cukup baik. Selain itu, kandungan fragmen batuan juga cukup melimpah yang terdiri dari litik andesit dan litik kuarsit. Lingkungan pengendapan dari fasies ini diinterpretasikan terbentuk pada *middle shoreface*, dimana dicirikan oleh sortasi yang cukup baik, minimnya kandungan mud, serta struktur sedimen berupa *planar cross bedding*.

Data paleontologi tidak dapat dijadikan pertimbangan pada fasies ini dikarenakan tidak ditemukannya fosil foraminifera plangtonik maupun bentonik pada fasies ini. Selain mineral kuarsa dan plagioklas, pada fasies ini juga tersusun oleh mineral pirit dan analsim. Selain itu, mineral lempung yang berkembang pada fasies ini ialah *mixed layer illite - smectite*, dan *mixed layer chlorite - smectite*.

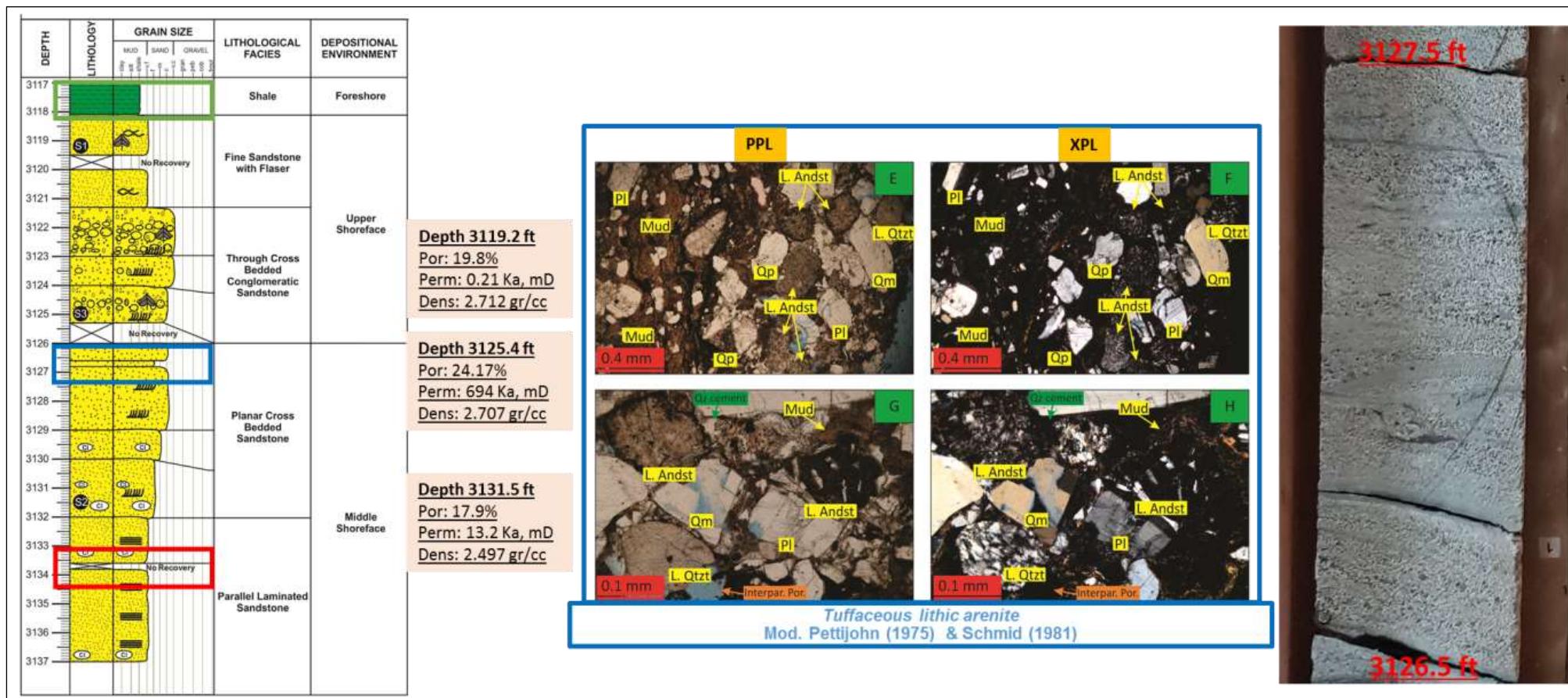
Sedimentasi selanjutnya diikuti dengan pengendapan batupasir konglomeratan dengan struktur silang siur melengkung (*through*) dan masih berada pada lingkungan *upper shoreface* hingga *tidal channel*. Kehadiran material berukuran lebih kasar mengindikasikan terjadi peningkatan daya akomodasi yang diakibatkan perpindahan daerah deposisi *channel* menjadi lebih dekat dengan *thalweg*. Pada fasies ini tidak dilakukan analisis petrografi dan paleontologi.

Pada Sampel Atas 3117.5 ft (**Gambar 8**), Lingkungan *upper shoreface* kemudian berubah menjadi lingkungan *foreshore* yang didukung oleh data paleontologi yang menunjukkan lingkungan pengendapan berupa lingkungan transisi hingga *inner neritic* (0 – 18 m). Selain itu, didukung oleh struktur sedimen yang berkembang dimana dijumpai struktur sedimen berupa *flaser* dan kemudian dijumpai *shale* dengan warna gelap yang kemungkinan terbentuk pada lingkungan *sand flat* hingga *mud flat*. Berdasarkan analisis petrografi pada fasies *shale*, menunjukkan litologi berupa *mudrock*, yang menandakan fasies tersebut didominasi oleh material silisiklastik berukuran halus.

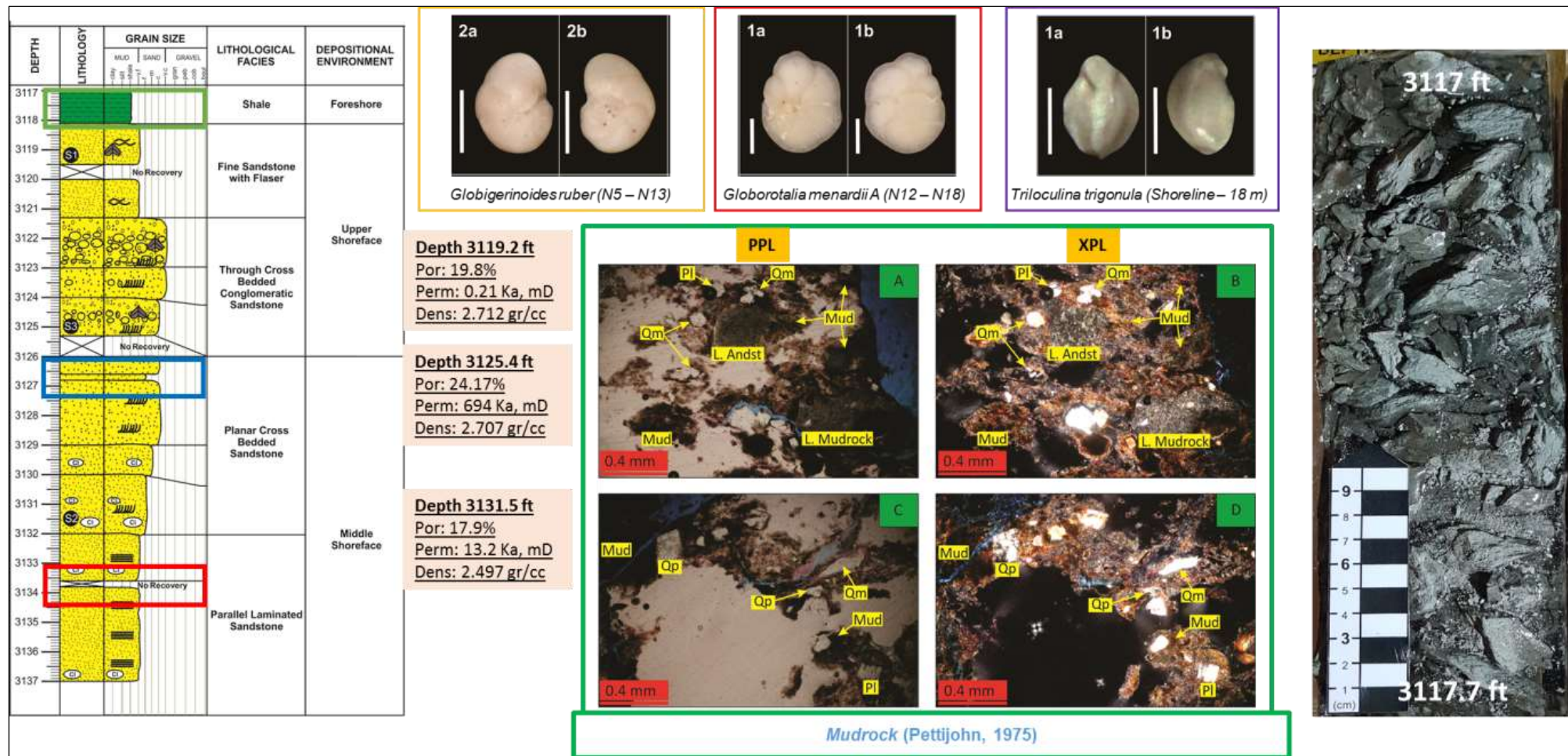
Fragmen yang berkembang umumnya berupa mineral kuarsa yang dominan, serta hadir mineral plagioklas dan litik andesit. Selain mineral kuarsa dan plagioklas, pada fasies ini juga tersusun oleh mineral pirit dan analsim. Selain itu, mineral lempung yang berkembang pada fasies ini ialah *smectite*, dan *mixed layer chlorite - smectite*.



Gambar 6. Integrasi sedimentology, petrografi dan paleontologi pada kedalaman 3134 ft (bagian bawah)



Gambar 7. Integrasi sedimentology, petrografi dan paleontologi pada kedalaman 3127 ft (bagian Tengah)



Gambar 8. Integrasi sedimentology, petrografi dan paleontologi pada kedalaman 3117.5 ft (bagian atas)

Kesimpulan

Berdasarkan integrasi analisis *core*, paleontologi dan petrografi diketahui lingkungan pengendapan yang berkembang dan potensi reservoir pada Formasi Air benakat. Lingkungan pengendapan yang berkembang diketahui berupa lingkungan laut dangkal hingga transisi dengan facies *middle shoreface* hingga *foreshore*.

Hasil analisis *core*, menunjukkan nilai porositas dari ketiga sampel dengan rentang sebesar 17% - 24%, namun memiliki nilai permeabilitas yang berbeda. Sampel 1 pada bagian atas memiliki permeabilitas yang sangat rendah sebesar 0.21 mD dibandingkan sampel 2 dan 3 yang berada dibagian bawah. Nilai permeabilitas sampel 2 dan 3 sebesar 694 mD dan 13.2 mD. Nilai ini dipengaruhi oleh struktur sedimen dan kandungan lempung. Sampel 2 memiliki nilai permeabilitas terbesar karena kandungan lempung paling sedikit dan ukuran butir yang besar (batupasir kasar). Sampel 1 dan 3 merupakan batupasir sangat halus dan batupasir halus. Semakin dangkal (sampel 1 (atas)) lingkungan pengendapan berupa *foreshore*, semakin dalam (sampel 2 (tengah) ke sampel 3 (bawah)) lingkungan pengendapan berupa *Middle-shoreface*. Reservoir yang bagus berkembang pada *upper shoreface* bagian bawah hingga *middle shoreface*.

Daftar Pustaka

- Blow, W.H., 1969, Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. In Bronnimann P., & Renz, H.H., eds., 1st. Conf. on planktonic microfossils, Proc. (Geneva, 1967). E.J. Brill, Leiden, v. 1, h.199-412, 43 gbr., 54 pl.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. and Ryberg, P.T., 1983, Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting, Geological Society of America Bulletin, V. 94, p. 222-235.
- 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.
- Pettijohn, F.J. 1975. Sedimentary Rocks. 2nd Edition, Harper and Row Publishers, New York, 628 p.
- Schmid, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Geology, The Geological Society of America, Boulder, Co., Vol. 9, p. 41-43.
- Walker, R. G., and James, N. P., 1992, Facies Models Response to Sea Level Change, Ontario: Geological Association of Canada, 409 p.