



**FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN BERDASARKAN ANALISIS DATA LOG SUMUR DAN SEISMIK 2D POST STACK TIME MIGRATION (PSTM) PADA FORMASI NGRAYONG LAPANGAN “NALP” CEKUNGAN JAWA TIMUR**

**Nakula Luhur Pambudi<sup>1\*</sup>, Yusi Firmansyah<sup>1</sup>, Febriwan Mohamad<sup>1</sup>, Bayu Sapta Fitriana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

<sup>2</sup> PT. Pertamina EP Cepu

\*Korespondensi : [nakula20001@mail.unpad.ac.id](mailto:nakula20001@mail.unpad.ac.id)

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan di Lapangan “NALP” yang merupakan salah satu daerah penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia yang terletak di Cekungan Jawa Timur. Penelitian ini difokuskan pada Interval Formasi Ngayong. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui fasies, asosiasi fasies dan lingkungan pengendapan, persebaran fasies serta struktur bawah permukaan, dan geometri pada interval Formasi Ngrayong berdasarkan seismik 2D. Penelitian ini menggunakan data sumur (8 sumur) dan 55 lintasan seismik 2D. Dari data tersebut dilakukan analisis litofasies dan analisis elektrofases, Analisis kontur kedalaman, analisis peta ketebalan, dan analisis atribut seismik. Berdasarkan hasil analisis litofasies pada daerah penelitian Fasies yang teramati yaitu Fasies *Mudstone*, Fasies *Pebbly Sandstone*, dan Fasies *Massive Sandstone*. Setelah dilakukan analisis elektrofases didapatkan pola pengendapan pada daerah penelitian yaitu pola *Funnel*, *Serrated*, *Bell*, dan *Cylindrical*. Asosiasi fasies yang terdapat pada daerah penelitian yaitu *Slope*, *Middle Fan*, dan *Lower Fan*. Hasil Berdasarkan analisis kontur kedalaman, analisis peta ketebalan, dan analisis atribut seismik didapatkan suatu persebaran dan geometri bawah permukaan pada sistem pengendapan *Submarine fan*, serta struktur yang terbentuk merupakan struktur lipatan dan sesar naik inversi berarah barat laut–tenggara.

Kata kunci: Cekungan Jawa Timur, Litofasies, Elektrofases, Asosiasi Fasies, Seismik 2D, Ngrayong.

**ABSTRACT**

*This research was conducted in the “NALP” field which is one of the largest hydrocarbon producing areas in Indonesia located in the East Java Basin. This research is focused on the Ngayong Formation Interval. The purpose of this study is to determine the facies, facies association and depositional environment, facies distribution and subsurface structure, and geometry in the Ngrayong Formation interval based on 2D seismic. This study used well data (8 wells) and 55 2D seismic lines. From the data, lithofacies and electrofacies analysis, depth contour analysis, isopach map analysis, and seismic attribute analysis were analyzed. Based on the results of lithofacies analysis in the research area, the facies observed are Mudstone Facies, Pebbly Sandstone Facies, and Massive Sandstone Facies. Upon electrofacies analysis, the depositional patterns in the study area are Funnel, Serrated, Bell, and Cylindrical patterns. The facies associations found in the study area are Slope, Middle Fan, and Lower Fan. The results Based on depth contour analysis, isopach map analysis, and seismic attribute analysis, the distribution and subsurface geometry of the Submarine fan depositional system are described, and the structures formed are fold structures and northwest-southeast trending inversion thrust faults.*

**Keywords:** East Java Basin, Lithofacies, Electrofacies, Facies Association, Seismic 2D, Ngrayong



## **PENDAHULUAN**

Cekungan Jawa Timur salah satu cekungan penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia, dimana eksplorasi minyak dan gas pada cekungan ini telah di mulai sejak 1887. Cekungan Jawa Timur memiliki cadangan minyak dan kondensat sebesar 53,7 *million stock tank barrels* serta cadangan gas dan asosiasi gas sebesar 480,1 BSCF (SKK Migas, 2020). Pada proses pengembangan suatu lapangan minyak dan gas bumi untuk dapat memaksimalkan produksi minyak bumi dan gas baru diperlukan ilmu geologi yang dapat diterapkan untuk dapat membantu meningkatkan produksi hidrokarbon.

Formasi Ngrayong pada Cekungan Jawa Timur didominasi oleh Batupasir kuarsa yang terendapkan diatas *Shale* dan Batugamping Formasi Tuban. Batupasir formasi Ngrayong merupakan reservoir penting di daratan pulau jawa. Cekungan Jawa Timur memiliki struktur umum yang terdiri dari seri sesar normal yang berarah barat daya -timur laut, sesar mendatar yang berarah barat Timur, dan seri antiklin dan sesar naik yang juga berarah barat timur. (Sribudiyani dkk, 2003).

Interpretasi fasies dan lingkungan pengendapan dapat dilakukan untuk mengetahui penyebaran reservoir yang sangat dibutuhkan guna membantu pengembangan produksi dan memberikan rekomendasi pada suatu area.

Kegiatan penelitian ini didasarkan oleh analisis yang dilakukan berdasarkan

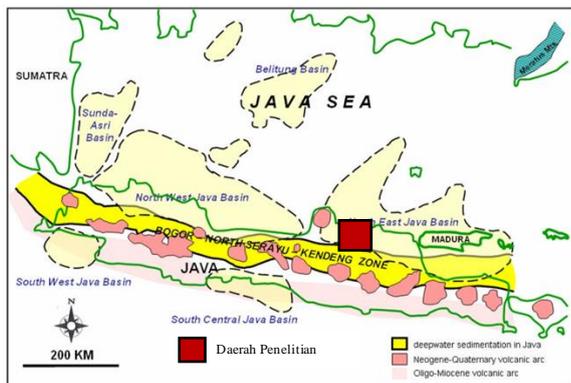
ketersediaan data log sumur, data *mudlog*, dan data seismik, yang di mana data-data tersebut merupakan data bawah permukaan. Dengan menggunakan data seismik dapat dilakukan interpretasi seismik dengan tujuan untuk melihat geometri dan persebaran dari suatu reservoir. Interpretasi seismik dilakukan dengan metode analisis fasies seismik dan atribut seismik.

Atribut seismik yang digunakan pada penelitian ini ialah atribut seismik RMS (*Root Mean Square*) *Amplitude* dan *Variance-based Coherence*.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Geologi Regional**

Cekungan Jawa Timur ini termasuk dalam kategori cekungan belakang busur atau *back-arc basin* berumur tersier. Cekungan Jawa Timur terletak di antara rangkaian gunung api yang membentang dari barat ke timur di bagian selatan, serta pantai Laut Jawa. Di ujung tenggara, Cekungan Jawa Timur dibatasi oleh Busur Karimunjawa, sedangkan di bagian utara dibatasi oleh Tinggian Meratus. Batas baratnya adalah Sundaland, sedangkan di arah timur terdapat tinggian Masalembo-Doang. Pada bagian selatan, batasnya adalah jalur vulkanik Jawa. Cekungan Jawa Timur Utara meliputi wilayah sekitar 50.000 kilometer persegi di bagian *onshore* Timur Jawa Tengah, Jawa Timur dan Madura dan bagian lepas pantai Timur Laut Jawa dan Selat Madura.



**Gambar 1.** Lokasi Daerah Penelitian di Cekungan Jawa Timur (Satyana, 2003)

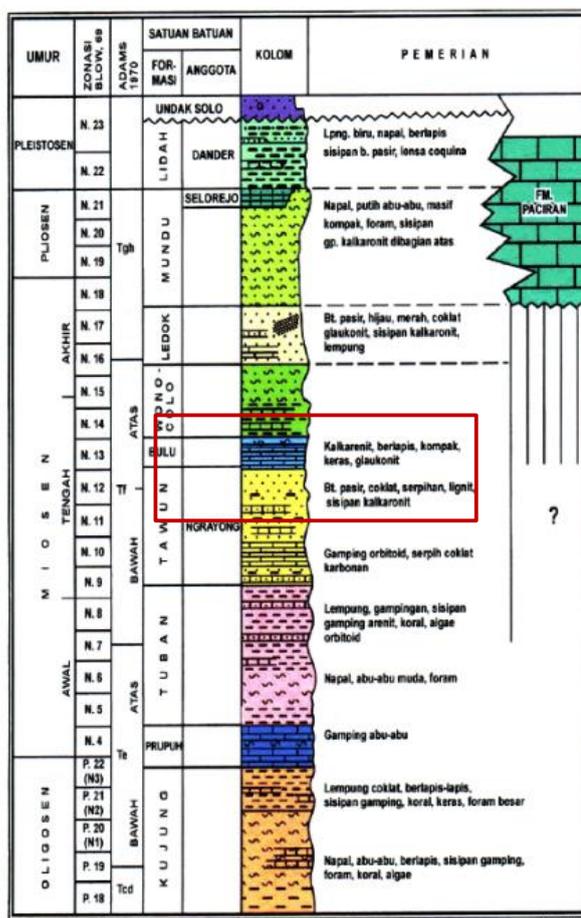
**Stratigrafi dan Sistem Petroleum Cekungan Jawa Timur**

Wilayah Penelitian terletak di Cekungan Jawa Timur bagian Utara yang didominasi oleh suksesi dari endapan sedimen berumur Tersier dan yang lebih muda. Rincian stratigrafi regional Cekungan Jawa Timur Utara yang disusun oleh Harsono Pringgoprawiro (1983) terbagi menjadi beberapa satuan yaitu Batuan Dasar Pra-Tersier, Formasi Ngimbang, Formasi Kujung, Formasi Prupuh, Formasi Tuban, Formasi Tawun, Formasi Ngrayong, Formasi Bulu, Formasi Wonocolo, Formasi Ledok, Formasi Mundu, Formasi Selorejo, Formasi Paciran, Formasi Lidah, dan Undak Solo.

Sedimentasi Cekungan Jawa Timur bagian Utara dimulai dengan endapan aluvial - fluvial dan lakustrin dari Formasi Ngimbang yang mengisi rendahan, kemudian berubah semakin ke atas menjadi serpih dan batuan karbonat yang berkembang secara lokal dikuti

oleh fase tektonik tenang. Paparan karbonat tebal dan luas pada Oligosen Akhir - Miosen Awal tersebut adalah Formasi Kujung. Formasi Kujung tersebar luas menerus ke arah timur ke arah Tuban dan pada periode selanjutnya, terjadi progradasi masif dan penipisan paparan ke arah tenggara – selatan.

Pola sedimentasi berubah ketika seri batuan silisiklastik diendapkan di bagian atas Formasi Kujung. Perubahan dari endapan karbonat menjadi endapan *terigenous* yang berasal dari daratan pada Formasi Tawun dan



Formasi Ngrayong.

**Gambar 2.** Stratigrafi Regional Zona rembang (Pringgoprawiro, 1983)

Formasi Ngrayong berupa Batupasir kuarsa yang berukuran halus pada bagian

bawah dan cenderung mengkasar pada bagian atas dan terkadang gampingan (Pringgoprawiro, 1983). Pengangkatan daerah sumber sedimen di kawasan hulu menjadi sumber sedimen di Formasi Ngrayong yang terendapkan selama Miosen Tengah. Setelah Formasi Ngrayong diendapkan secara berurutan Formasi Bulu, Formasi Wonocolo, Formasi Ledok, dan Formasi Mundu. Komposisi formasi-formasi tersebut dicirikan dengan endapan-endapan karbonat berumur Miosen Akhir sampai Pliosen.

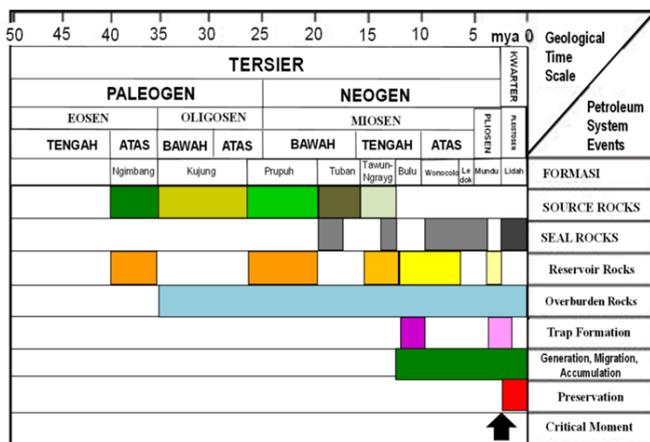
Cekungan Jawa Timur mengalami dua masa migrasi yaitu migrasi primer dan migrasi sekunder. Migrasi primer terjadi pada masa Pliosen – recent dimana hidrokarbon bermigrasi dari Formasi Ngimbang sebagai *source rock* ke dalam struktur perangkap akibat adanya tektonik Plio Pleistosen (Ngrayong-Wonocolo-Ledok) melalui jalur sesar (Moehadi, 2010). Batuan reservoir pada mandala ini: Batugamping klastik Formasi Ngimbang, Batugamping Terumbu Formasi Prupuh atau Satuan Kujung, Batupasir kuarsa Formasi Ngrayong.

### Struktur Geologi Regional

Menurut laporan Pertamina dan Amerada Hess tahun 1999, struktur yang dominan di wilayah Jawa Timur adalah Busur Sunda yang melintasi daerah tersebut dan mewakili batas lempeng konvergen yang aktif antara Eurasia dan India dan Lempeng Australia.

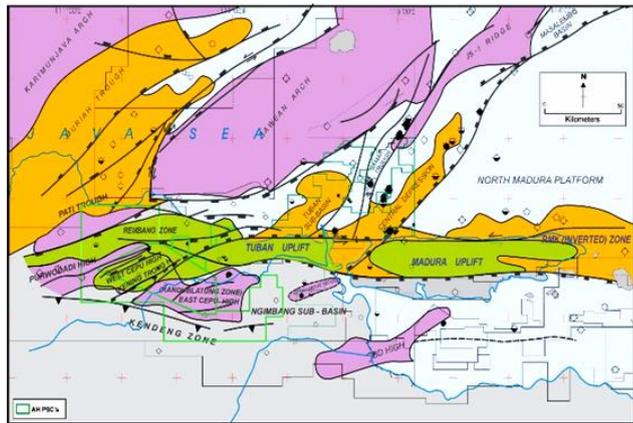
Cekungan Jawa Timur merupakan *back arc* melewati *onshore* dan di sebelah selatannya *volcanic arc*, *fore arc basin* dan prisma akresi terluar. Pada masa sekarang Cekungan Jawa Timur dibatasi di bagian barat oleh *Karimun Jawa Arch (Sundaland & Maratus Suture)* dan bagian timurnya oleh cekungan laut dalam Lombok. Perkembangan tektonik yang berkembang di Cekungan Jawa Timur tidak terlepas dari aktivitas tektonik wilayah Asia Tenggara. Batuan dasar Cekungan Jawa Timur terbentuk selama penunjaman Lempeng Samudra Australia terhadap Lempeng Benua yang berada sepanjang timurlaut -baratdaya arah Sutura Meratus. Pada lepas pantai Cekungan Jawa Timur dicirikan oleh rangkaian tinggian batuan dasar dan bagian rendahan (*graben*) yang memuat akumulasi sedimen Tersier hingga ribuan meter.

Pola tinggian dan rendahan ini menerus hingga bagian daratan Cekungan Jawa Timur dengan arah relatif terbelokkan ke arah barat membentuk pola kelurusan timurlaut – baratdaya. Pembelokkan pola ini dipengaruhi oleh struktur inversi berarah timur - barat yang terjadi pada periode selanjutnya di sepanjang pantai utara Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Pulau Madura yang disebut Zona Sesar



Gambar 3. Sistem Petroleum Jawa Timur Utara

## Rembang - Madura - Kangean (RMK).



**Gambar 4.** Elemen Tektonik Cekungan Jawa Timur Utara (Pertamina – Amerada Hess Indonesia, 1999)

## METODOLOGI

Metode penelitian ini berupa analisis data lapangan. Analisis dilakukan di permukaan atau bawah permukaan berupa data sumur dan data seismik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode deskriptif yang mendeskripsikan dan menginterpretasikan objek menurut apa adanya (Best, 1982).

Sedangkan metode analisis yang digunakan untuk penelitian analisis log sumur di Lapangan “NALP” adalah analisis kualitatif dan kuantitatif. Dalam analisis kualitatif dilakukan identifikasi litologi berdasarkan karakteristik batuan menggunakan data batuan inti maupun hasil cutting/mudlog dari pengeboran atau menggunakan laporan hasil pemboran yang diberikan.

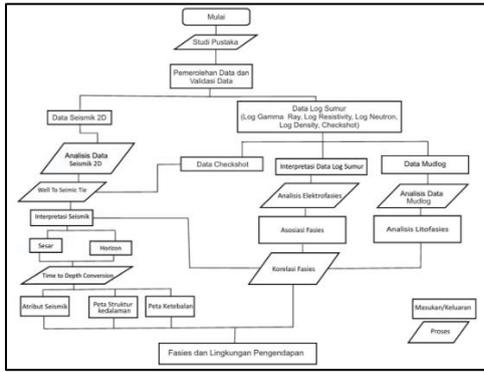
Selanjutnya, dilakukan pula identifikasi karakteristik bentuk atau defleksi kurva log yang sangat membantu dalam menentukan analisis fasies dan lingkungan pengendapan

karena bentuk log berhubungan langsung dengan ukuran butir sukseksi batuan.

Lalu selanjutnya dilakukan interpretasi seismik 2D dengan melakukan penarikan sesar dan horizon yang akan menghasilkan peta struktur kedalaman, peta ketebalan, dan juga dibuat pula Peta Atribut Seismik guna mengetahui geometri dan persebaran fasies dan lingkungan pengendapan.

Tahap awal yang dilakukan adalah tahap persiapan serta pengumpulan data dengan studi literatur. Data penunjang yang akan dianalisis berupa data log sumur, data mudlog, data biostatigrafi, dan data seismik. Selanjutnya dilakukan tahapan pengolahan data yang diawali dengan kajian mengenai Geologi regional berupa kerangka tektonik regional Cekungan Jawa Timur, stratigrafi regional Cekungan Jawa Timur yang diikuti dengan tektonik dan struktur geologi di wilayah studi, dan stratigrafi di wilayah studi.

Dilakukan pula kajian literatur bahan-bahan dasar teori yaitu fasies dan lingkungan pengendapan yang berada di lingkungan pengendapan kipas bawah laut, konsep dasar korelasi sumur dan konsep dasar log sumur. Diagram alir penelitian dapat digambarkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Litofases

Berdasarkan data log sumur NL-03, nilai *gamma ray* dapat menjadi acuan untuk menunjukkan litologi dimana pada interval Formasi Ngrayong pada kedalaman 445.2-731.7 m, didominasi oleh Batupasir kasar hingga halus dan terdapat Batuserpih laminasi Batugamping. Formasi Ngrayong selaras terendapkan dengan formasi Tawun dan lalu setelah itu terendapkan Formasi Bulu.

Berdasarkan deskripsi litologi pada setiap sumur, terdapat 3 litologi yang berkembang di daerah penelitian yaitu, Batupasir Sedang, Batupasir Halus, dan Batuserpih dengan Laminasi Batugamping. Deskripsi *mudlog* sebagai berikut:

#### I. Batupasir Sedang

*Colourless*, porositas baik, berbutir sedang, terpilah baik, menyudut tanggung - membundar tanggung, getas, gampingan, komposisi mineral: kuarsa, jejak glaukonit, karbonatan.

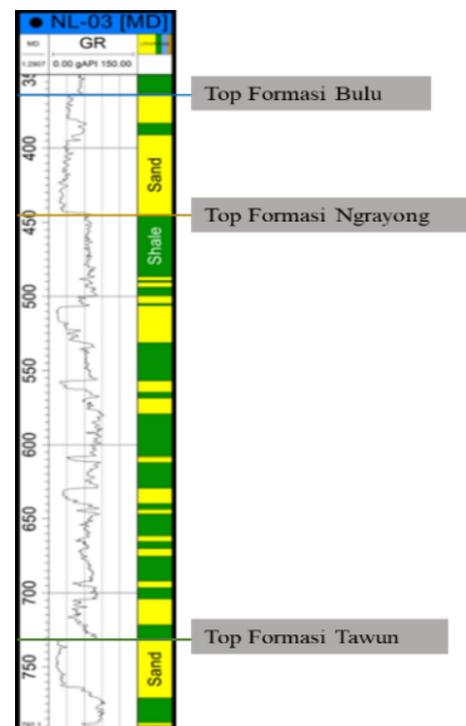
#### II. Batupasir Halus

Berwarna putih-bening, porositas sedang-

baik, berbutir halus-sedang, terpilah baik-sedang, membundar tanggung-menyudut tanggung, agak keras-getas, gampingan, komposisi mineral: kuarsa, jejak glaukonit, karbonatan.

#### III. Batuserpih Laminasi Batugamping,

Berwarna abu terang-abu abu, getas - lunak, terdiri gampingan dengan material material karbonan dengan terdapat sedikit sisipan pasiran.



Gambar 5. Sumur NL-03 Interval Formasi Ngrayong

Penentuan jenis litofases dilakukan penyesuaian dengan data *Mudlog* dengan berdasar pada deskripsi litologi sumur NL-03 sebagai sumur kunci, terdapat 3 fasies di daerah penelitian, yaitu :

#### I. Fasies *Mudstone* (M)

Hasil deskripsi *mudlog* pada sumur NL-03 pada interval 445 m – 500 m MD (*Measured Depth*) litofases yang menyusun

interval penelitian, yaitu: Mudstone. Pada fasies *Mudstone* umumnya terdiri Batulempung dan terkadang terdapat sisipan batugamping. Umumnya pada litofasies ini merupakan hasil dari transportasi sedimen dengan pengendapan sedimen yang cepat terjadi pada lingkungan laut dalam.

## II. Fasies *Pebbly Sandstone* (PS)

Hasil dari deskripsi *mudlog* pada sumur NL-03 pada interval 500 m – 556 m MD (*Measured Depth*) litofasies yang menyusun interval penelitian, yaitu: *Pebbly Sandstone*. Pada fasies *Pebbly Sandstone* umumnya terdiri dari batupasir kasar-sedang, Umumnya berasosiasi dengan *channel fill*, penyebarannya secara lateral tidak menerus.

Karakter endapan yang secara ukuran butir mengkasar keatas menindikasikan sekuen endapan tersebut merupakan bagian dari proses regresi selama pengendapan material.

## III. Fasies *Massive Sandstone* (MS)

Hasil deskripsi data *mudlog* pada interval 557 m – 580 m MD (*Measured*

*Depth*), yang terdiri atas litofasies yang dapat dilihat pada (Tabel 4.6), yaitu: *Massive Sandstone*. Fasies ini pada umumnya dicirikan dengan Batupasir Sedang-Halus.

**Gambar 6.** Analisis Litofasies pada Sumur NL-03

## Analisis Elektrofases

Berdasarkan model pola log Kendall (2003) dan penentuan fasies oleh Allen (1993), maka diperoleh karakteristik pola elektrofases pada sumur NL-03 sebagai berikut:

### I. Pola log *Cylindrical shaped*

Ditemukan pada sumur NL-03 pola ini dikenali dengan bentuk yang silinder (*blocky*) yang mengartikan bahwa energi pengendapan yang selalu konstan dan menerus tanpa adanya gangguan (arusnya memiliki sifat yang homogen). Pola ini secara umum mempunyai kontak bagian atas yang tajam. Pola ini bisa diasosiasikan dengan endapan sedimen yang berasal dari submarine *Channel fill*.

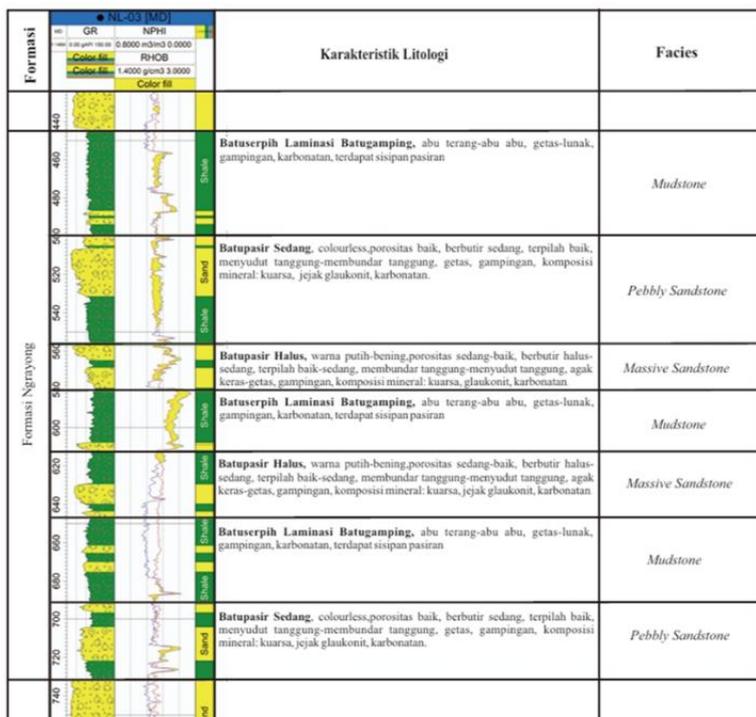
Pola ini merupakan pola pengendapan yang menunjukkan suatu sedimen yang tebal dan homogen. Pada log gamma ray terlihat defleksi kurva ke arah kiri.

### II. Pola log *Funnel shaped*

Ditemukan pada sumur NL-03, pola ini dicirikan Batuserpih yang mengkasar ke atas menuju batupasir, dan batupasirnya semakin menebal ke atas (*coarsening upward*) karena peningkatan energi pengendapan. Pola ini bisa diasosiasikan dengan submarine *fan-lobe*.

### III. Pola log *Serrated shaped*

Ditemukan pada sumur NL-03 pola ini



tidak menunjukkan suatu pola startigrafis tertentu (tidak teratur), dan mengindikasikan adanya pengendapan yang selalu berubah dan dalam waktu singkat. Pada kurva *log gamma ray* terlihat tidak ada perubahan yang signifikan.

#### IV. Pola log *Bell shaped*

Ditemukan pada sumur NL-03, pola ini dicirikan oleh Batupasir yang menghalus ke atas menuju batuserpih (*thickening upward*). Pola ini merupakan pola pengendapan yang memperlihatkan suatu batuan homogen yang tebal dan ukuran butir yang relatif menghalus ke atas, dan adanya suatu perubahan kurva *log gamma ray* yang menunjukkan penghalusan ke

dengan SB.1 (*Top Ngrayong Formation*). Dari hasil korelasi fasies, diperoleh hasil bahwa kedua fasies yang telah dijelaskan sebelumnya secara lateral memiliki penyebaran yang relatif membentuk *Slope*, *Channel Fill* pada bagian *Middle Fan* dan dominasi *Turbidite* pada *Lower Fan*.

Korelasi fasies dan lingkungan pengendapan dilakukan dengan menghubungkan marker dan interpretasi fasies. Korelasi fasies dan lingkungan pengendapan dilakukan pada dua lintasan yaitu lintasan Barat-Timur dan lintasan Utara-Selatan. Korelasi dihubungkan pada setiap interval formasi ngrayong dengan SB.1

(*Top Ngrayong Formation*) sebagai *flattening marker*.

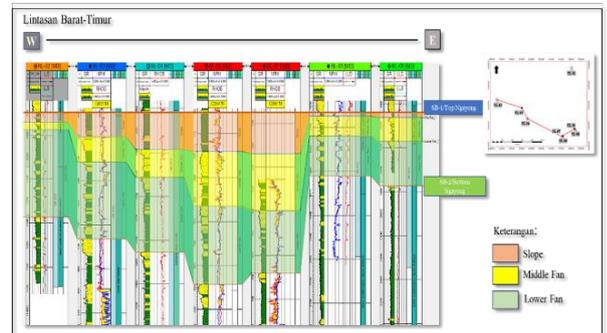


atas.

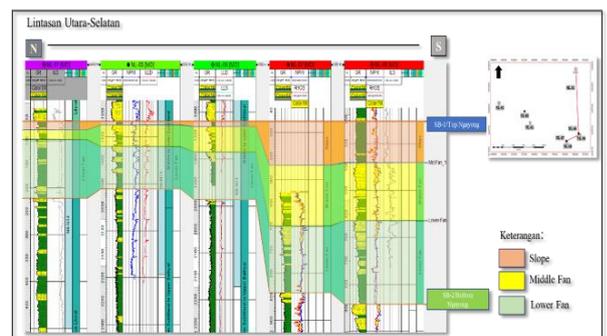
**Gambar 7.** Analisis Elektrofasis pada Sumur NL-03

#### Korelasi Sumur

Pada penelitian ini, korelasi sumur dibatasi hanya pada interval penelitian yaitu interval Formasi Ngrayong atau pada SB.2 (*Bottom Ngrayong Formation*) sampai



**Gambar 8.** Korelasi Fasies dan Lingkungan pengendapan Formasi Ngrayong pada Lintasan Barat-Timur



**Gambar 9.** Korelasi Fasies dan Lingkungan pengendapan Formasi Ngrayong pada Lintasan Utara-

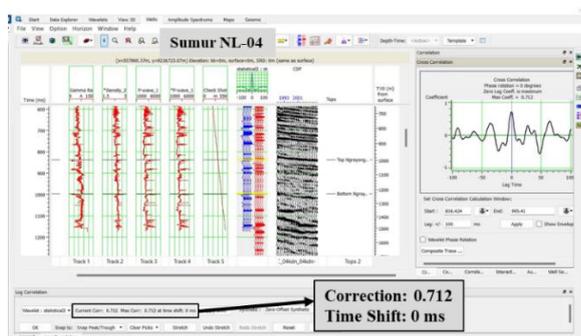
Selatan

**Well To Seismic Tie**

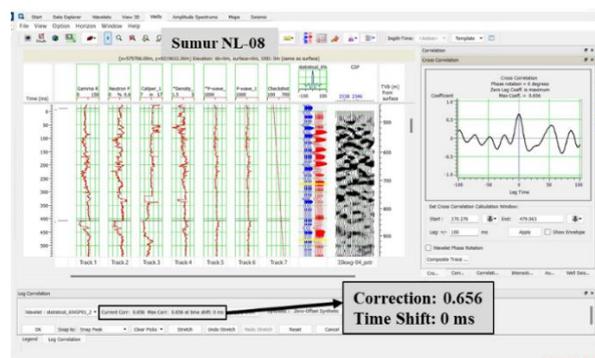
Pada tahap pengikatan sumur pada seismik terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan seperti pemilihan jenis wavelet yang tepat. Pada penelitian ini semua sumur menggunakan jenis *Statistical wavelet* dengan panjang gelombang 131.3 ms, frekuensi dominan 28.6 hz dan fasa nol (*zero phase*).

Proses *well to seismic tie* dilakukan dengan metode *bulk shifting* atau *stretch & squeezing* dengan batas toleransi yang ditentukan. Proses *stretching* diupayakan tidak lebih dari 10 ms. Apabila pada saat dilakukan *stretching* nilai korelasi menjadi turun, maka proses *stretching* melebihi batas toleransi.

Adapula parameter keberhasilan dari analisis ini dapat dinilai baik apabila nilai-nilai korelasi mendekati 1 dengan time shift mendekati nol.



**Gambar 10.** Hasil analisis *well to seismic tie* pada sumurNL-04



**Gambar 11.** Hasil analisis *well to seismic tie* pada sumurNL-08

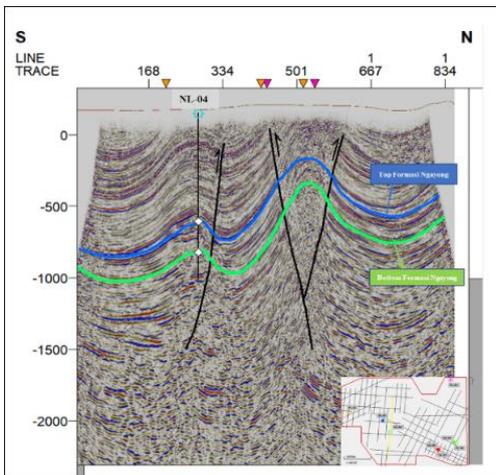
**Interpretasi Fault dan Horizon**

Interpretasi *Fault* pada penampang seismik akan didahulukan agar proses interpretasi bisa lebih efektif dan efisien. Sesar-sesar major yang nampak pada seismik akan diutamakan untuk di-*pick* terlebih dahulu. Tahapan awal untuk menarik patahan adalah dengan mengidentifikasi arah patahan utama yang berkembang di Cekungan Jawa Timur.

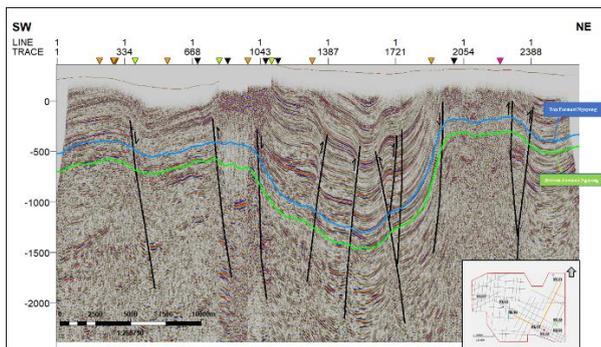
Proses *picking horizon* dilakukan pada 2 horizon yaitu pada *Top* Formasi Ngrayong dan *Bottom* Formasi Ngrayong. Penarikan interpretasi horizon didasarkan pada identifikasi litofasies dan elektrofasis yang telah dilakukan sebelumnya.

Pada daerah penelitian berdasarkan analisa seismik line Utara-Selatan (Gambar 12) didapatkan suatu citra bawah permukaan yang tampak memiliki struktur geologi yang kompleks. Dibuktikan dengan adanya sesar – sesar yang melewati sumur NL-04 berupa sesar inversi yaitu sesar yang berumur oligosen yang teraktivasi kembali oleh kondisi tektonik pada umur Miosen akhir. Kemudian dilanjutkan dengan tektonik

*compressional* pada umur Pliosen – Plistosen. Pada sumur NL-04 tepat di bawahnya memiliki struktur antiklin.

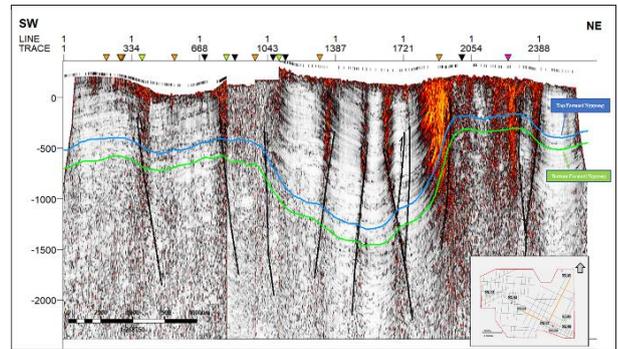


**Gambar 12.** Kenampakan struktur sesar naik dan penarikan Horizon berdasarkan marker Sumur NL-04



**Gambar 13.** Kenampakan geometri tektonik pada penampang seismik berarah baratdaya- timurlaut

Dengan menggunakan atribut seismik *Variance-based Coherence* dapat membantu dan mempermudah penarikan patahan pada penampang seismik dengan memvisualisasi gambar menjadi lebih jelas dengan kontras warna yang ditampilkan. Atribut seismik *Variance-based Coherence* memperlihatkan ketidakmenerusan *waveform* yang menandakan adanya patahan.

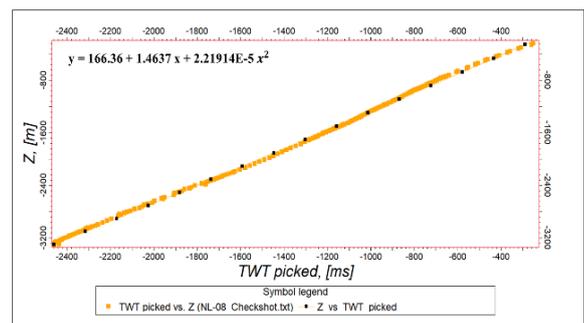


**Gambar 14.** Kenampakan geometri tektonik pada penampang seismik berarah baratdaya- timurlaut pada Atribut Seismik *Variance-based Coherence*

### Peta Struktur Kedalaman

Peta Struktur yang menampilkan gambar berada pada domain waktu perlu diubah menjadi kedalaman untuk mengetahui berapa target struktur pada daerah penelitian.

Perlu dilakukannya *time to depth conversion* dengan menggunakan persamaan yang bersumber kepada data *checkshot* dan kedalaman (*depth*) untuk mengubah menjadi domain kedalaman.



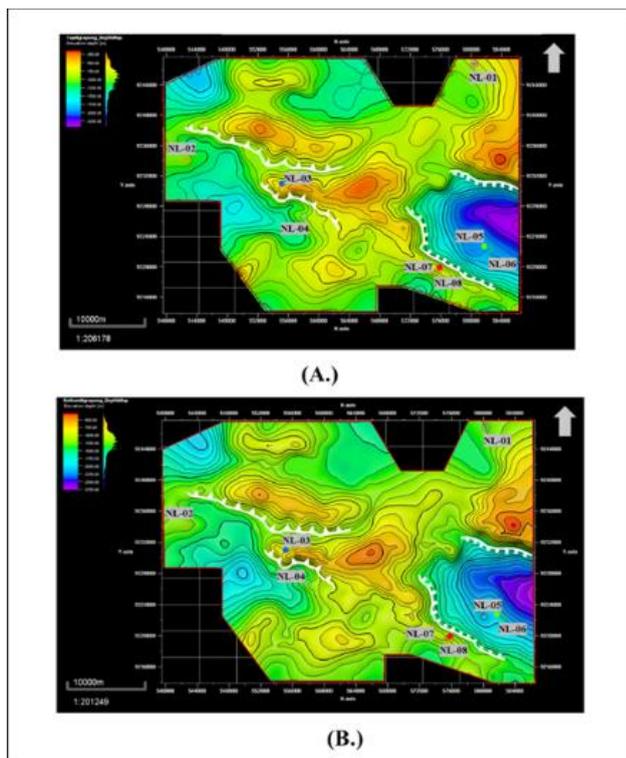
**Gambar 15.** Kurva *Crossplot* antara data *Checkshot* dengan kedalaman untuk melakukan *time to depth conversion*

*Crossplot* antara data *checkshot* (ms) dengan kedalaman (meter) menghasilkan persamaan sebagai berikut :  $y = 166.36 + 1.4637x + 2.21914E-5x^2$ . Tahap selanjutnya

dapat dilakukan proses konversi, sehingga didapatkan *output* peta struktur kedalaman.

Dari peta struktur kedalaman yang telah dibuat, dapat dilihat daerah rendahan berada di area tenggara daerah penelitian.

Sedangkan area tinggian berada di tengah daerah penelitian relatif memanjang dari arah barat daya hingga timurlaut. Salah satu sumur yang berada pada area tinggian yaitu pada sumur NL-03. Perbedaan elevasi yang signifikan dapat diinterpretasikan adanya struktur sesar naik yang diinterpretasikan berarah baratlaut-tenggara.

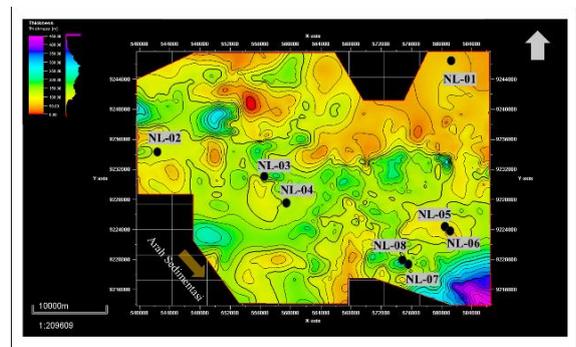


**Gambar 16.** Peta struktur dalam domain waktu. (A.) Top Formasi Ngrayong dan (B.) Bottom Formasi Ngrayong

**Peta Ketebalan**

Peta kontur kedalaman yang telah dibuat berdasarkan *Top* dan *Bottom* Formasi Ngrayong,

Pada peta ketebalan yang telah dibuat, menunjukkan ketebalan sebagai indikasi pengendapan dari waktu ke waktu diperlihatkan oleh perbedaan warna, warna ungu menunjukkan ketebalan yang lebih tebal dengan maksimal pada ketebalan 400 m sedangkan warna merah menunjukkan ketebalan yang lebih tipis dengan maksimal ketebalan 0 m. Gambar 17 menunjukkan penebalan terjadi pada bagian selatan daerah penelitian tetapi dominan penebalan pada bagian tenggara.



**Gambar 17.** Peta Ketebalan Formasi Ngrayong dalam domain kedalaman

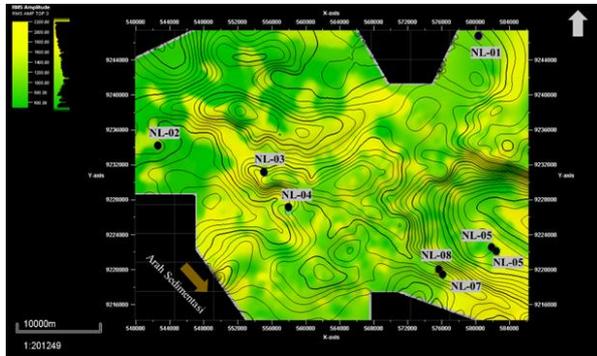
**Seismik Atribut (*Root Mean Square Amplitude*)**

Untuk menghasilkan atribut ini, dilakukan ekstraksi peta kontur kedalaman dari horizon yang telah di *picking* pada Top Formasi Ngrayong.

Berdasarkan atribut seismik yang telah dibuat, bagian berwarna kuning merupakan bagian dengan nilai amplitudo yang tinggi sedangkan bagian berwarna hijau menunjukkan nilai amplitudo yang rendah. Dapat diinterpretasikan bahwa bagian berwarna kuning merupakan penyebaran

batupasir yang berada pada bagian *lobe* ataupun *channel* pada suatu sistem pengendapan *Submarine fan*.

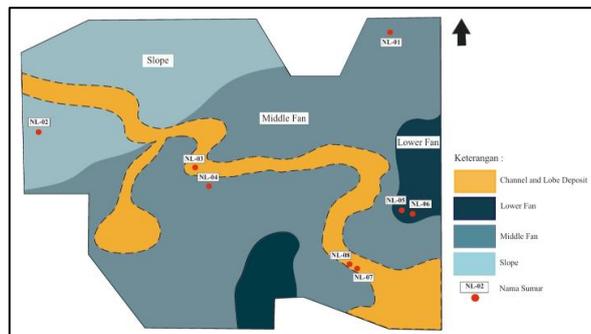
Terlihat penyebaran Batupasir relatif berarah Timurlaut-Tenggara.



**Gambar 18.** Atribut Seismik RMS Amplitude Daerah Penelitian

### Model Fasies dan Lingkungan Pengendapan

Model lingkungan pengendapan 2D yang dapat dilihat pada (Gambar 19) yang merupakan perkiraan lingkungan pengendapan yang ada pada daerah penelitian. Model tersebut dihasilkan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini. Pada daerah penelitian ini berada pada lingkungan *Submarine fan* yang terbagi menjadi bagian *Slope*, *Middle Fan*, dan *Lower Fan*,



**Gambar 19.** Model Lingkungan Pengendapan 2D pada daerah penelitian

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada Lapangan “NALP” Interval formasi Ngrayong pada Cekungan Jawa Timur, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- I. Berdasarkan analisis litofasies dan analisis elektrofasies pada daerah penelitian yang didasarkan pada data *mudlog* dan data sumur didapatkan fasies yang berkembang pada area cepu interval formasi Ngrayong yaitu fasies *mudstone* dengan dominasi litologi Batuserpih yang dicirikan dengan pola log GR *Serrated*, berasosiasi dengan sistem *Submarine fan* bagian *Slope*. Selanjutnya, fasies *Pebbly Sandstone* dengan dominasi litologi Batupasir kasar-Sedang mengkasar keatas (*Coarsening Upward*) yang dicirikan dengan pola log GR *Funnel*, berasosiasi dengan Sistem *Submarine fan* bagian *Middle Fan*. Fasies selanjutnya yaitu *Pebbly Sandstone*, *Massive Sandstone*, dan *Mudstone* dengan dominasi Batuserpih Laminasi Batugamping dan Batupasir yang bervariasi ketebalannya yang dicirikan dengan pola log GR *Cylindrical*, *Serrated*, *Bell* dan *Funnel*, umumnya berasosiasi dengan Sistem *Submarine fan* bagian *Lower Fan*.
- II. Arah sedimentasi berasal dari Barat laut menuju Tenggara dengan sistem pengendapan berupa *Slope*, *Middle Fan*, dan *Lower Fan*.
- III. Berdasarkan interpretasi struktur bawah

permukaan di daerah penelitain terdapat struktur sesar naik inversi yang berarah barat timur-tenggara. Sesar ini merupakan sesar inversi yaitu yang berumur oligosen yang teraktivasi kembali oleh kondisi tektonik pada umur Miosen akhir. Kemudian dilanjutkan dengan tektonik *compressional* pada umur Pliosen – Plistosen.

IV. Peta struktur kedalaman yang di buat pada *Top* formasi Ngrayong dan *Bottom* formasi Ngrayong memperlihatkan area tinggian berada di tengah daerah penelitian relatif memanjang dari arah barat daya hingga timurlaut. Salah satu sumur yang berada pada area tinggian yaitu pada sumur NL-03.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing, orang tua, dan HMG angkatan 2020, serta seluruh pihak yang telah membantu dalam kegiatan penelitian, dan juga penulis ucapkan terima kasih kepada PT. Pertamina EP Cepu yang telah memberikan kesempatan kepada penulis serta mengizinkan penggunaan data pada penelitian ini

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, W. (1993.) A Depositional Model for The Early Middle Miocene Ngrayong Formation and Implication for Exploration in *The East Java Basin*. Jakarta: 22nd IPA Proceed.
- Brandsen, P. J. E., & Matthews, S. J. (1992). *Structural and stratigraphic evolution of the East Java Sea, Indonesia*
- Kendall, C.G.St.C. dan Tucker, M. E. (2010). Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature. *Newsletters on Stratigraphy Special Issue*. Vol. 44

No.3. Hlm. 173 - 245.

- Manur, H. dan Barraclough. (1994). Structural control on hydrocarbon habitat in the Bawean Area, East Java Sea., *Proc. 23rd Ann. Conv. IPA*.
- Moehadi, M. 2010. *Fundamental of Petroleum Geology and Explorations*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Mudjiono, R., & Pireno, G. E. (2002). *Exploration of the north madura platform, offshore East Java, Indonesia*.
- Pertamina – Amerada Hess, (1999), *Petroleum Geology Joint Study of The Gundhi-Lasem Block, East Java Basin, tidak dipublikasikan*.
- Pringgoprawiro, H. (1983). *Stratigrafi Regional Zona Rembang-Cekungan Jawa Timur Utara*. Jawa Timur.
- Purnama, Y. S., Permana, I. K. A. A., Sofya, R. R., Sari, R., & Darmawan, W. (2022). *Redefining Horst and Graben Distribution in The Onshore Part of The North East Java Basin and Its New Exploration Opportunity*.
- Saerina, A. N., Kurniasih, A., & Setyawan, R. (2021). Analisis Perkembangan Fasies Dan Lingkungan Pengendapan Pada Interval Formasi Kujung Dan Tuban, Blok West Tuban, Cekungan Jawa Timur. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 4(1), 38-47. <https://doi.org/10.14710/jgt.4.1.2021.38-47>
- Satyana, A. H., Erwanto, E., & Prasetyadi, C. (2004). Rembang-madura-kangean-sakala (RMKS) fault zone, East Java basin: the origin and nature of A geologic border. *Proc. IAGI, 33rd., Ann. Conv. And Exh., Bandung, 29, 1-23*.
- Satyana dan Purwaningsih.(2003). Oligocene carbonate of Java : tectonic setting and effect of volcanism. *Proceedings of Joint Convention IAGI & HAGI*
- Sribudiyani, Muchsin, N., Ryacudu R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya I., Sapiie, B., Asikin, S., Harsolumakso, A.H., dan Yulianto, I., (2003), The Collision of the East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin, Indonesian Petroleum Association, *Proceedings 29th Annual Convention, hal. 335 - 346*.
- Walker, R. G. Dan Noel P. James, (1992). *Facies Models-Response To Sea Level Change, Love Printing Services Ltd. Stittsville, Ontario.hal. 1 – 13*.
- Walker, R. G., dan James, N. P. (1992). *Facies Models: Response to Sea Level Change. Geological Association of Canada*