



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS SIKUEN STRATIGRAFI DAN PEMODELAN
FASIES FORMASI TANJUNG BERDASARKAN DATA LOG
SUMUR DAN DATA INTI BATUAN PADA LAPANGAN MIR
CEKUNGAN BARITO, KALIMANTAN SELATAN**

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

M Ilham Ridwan

L2L009061

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

SEMARANG

SEPTEMBER 2014

**ANALISIS SIKUEN STRATIGRAFI DAN PEMODELAN FASIES
FORMASI TANJUNG BERDASARKAN DATA LOG SUMUR DAN DATA
INTI BATUAN PADA LAPANGAN MIR CEKUNGAN BARITO,
KALIMANTAN SELATAN**

Oleh:

M Ilham Ridwan, Hadi Nugroho*, Yoga Aribowo*, Mill Sartika Indah**, Dan
Perdana Rakhmana Putra***

(Corresponding email: muhammad.ilham.ridwan@gmail.com)

**Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang*

***Development Geologist PT Pertamina UTC, Jakarta Pusat*

ABSTRACT

Increased consumption of energy resources of oil and gas, exploration and exploitation process results performed optimally. Interpretation of subsurface using well log data combined with geological disciplines becomes very important in increasing exploration. Location of the study lies in one of the field located in the Barito basin of South Kalimantan province owned by Pertamina UTC. This research was done in the implementation of the final project addressed the subject of mapping subsurface using sequence stratigraphic approaches.

The purpose of this research is to determine the type of lithology, facies and depositional environment, sequence stratigraphy, distribution of sedimentation and facies modelling Tanjung Formation in the MIR field. This research is using descriptive method and analytical methods. Descriptive method is a method that does some literature review. While the analysis method is using qualitative analysis to determine the type of lithology, stratigraphy and facies modeling sequence. This analysis uses software petrel 2009 in an analysis of well logs in the distribution of lithology, stratigraphic marker horizon correlation, subsurface mapping and facies modelling.

Based on the results of the data analysis and discussion, it can be interpreted that the Tanjung Formation in the MIR field has a type silisiklastik sandstone lithology (sandstone), shale (shale) and coal (coal) with depositional environment in estuarine area. The results of the analysis of stratigraphic marker is 2 MRS (Maximum Surface Regression), 5 FS (Flooding Surface), 2 MFS (Maximum Flooding Surface) and 1 SB (Sequence Boundary) with sequence stratigraphic unit 2 Lowstand System Track (LST), 2 Transgressive System Track (TST) and Highstand System Track 1 (HST). Direction of sedimentation cycles in Tanjung Formation sequence stratigraphy approach leads to Northwest – South east (NNW - SSE). Facies models are divided into two zones: the ZR1 zone and ZR2 zone, where the zone was conducted to calibrate the rock core data. Based on core analysis Estuary facies rocks have Chanel and Tidal flat on Keywell. According to core data support and electrofasies in the study site, there are 3 facies deposition environmental: Chanel Estuary , Tidal flat and Tidal Bars.

Keywords : Sequence Stratigraphy, System Track , Distribution of Sedimentation, Facies Modeling.

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya konsumsi sumber daya energi minyak dan gas bumi, mengakibatkan proses eksplorasi dan eksploitasi dilakukan semaksimal mungkin. Baik untuk pencarian lapangan baru maupun pengembangan lapangan yang sudah di produksi. Oleh karena itu upaya dalam meningkatkan daya produksi minyak dan gas bumi adalah dengan cara meningkatkan eksplorasi dengan melibatkan dua disiplin ilmu, yaitu geologi dan geofisika.

Interpretasi bawah permukaan dengan menggunakan data log sumur di kombinasikan dengan disiplin ilmu geologi menjadi sangat penting dalam peningkatan eksplorasi. Dalam hal ini pengetahuan yang dibutuhkan adalah bagian dari pengetahuan geologi yang mengenai analisis kondisi bawah permukaan melalui korelasi sumur dan analisis perkembangan distribusi sedimentasi pada cekungan sehingga akan didapatkan gambaran mengenai distribusi pengendapan.

Penelitian ini dilakukan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah pemetaan bawah permukaan (*subsurface mapping*) pada Formasi Tanjung dengan menggunakan pendekatan siklus stratigrafi. Lapangan pengembangan yang digunakan untuk penelitian adalah lapangan MIR.

Lokasi penelitian terletak pada salah satu lapangan pada cekungan Barito yang terletak di propinsi Kalimantan Selatan milik PERTAMINA UTC. Cekungan Barito merupakan salah satu dari sekian banyak cekungan di Indonesia yang memiliki prospek hidrokarbon yang cukup baik.

Pada tugas akhir ini akan dibahas siklus sedimentasi, lingkungan pengendapan melalui konsep siklus stratigrafi dan penyebaran geometri fasies berdasarkan data inti batuan (*core*) yang dibuat pemodelan fasies penyebarannya.

II. GEOLOGI REGIONAL

Secara umum stratigrafi Cekungan Barito dari muda ke tua Hall (2011) pada

Gambar 2.1 secara berurut adalah sebagai berikut :

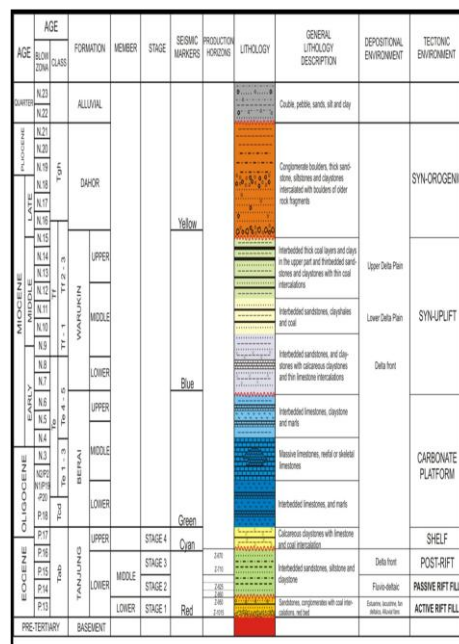
1. Formasi Dahor, terdiri dari litologi batupasir kuarsa berbutir sedang terpilah buruk, konglomerat lepas dengan komponen kuarsa berdiameter 1-3 cm, batulempung lunak, setempat dijumpai lignit dan limonit, terendapkan sekitar lingkungan fluviatil dengan tebal sekitar 250 meter, dan berumur Plio-Plistosen.
2. Formasi Warukin, terdiri dari litologi batupasir kuarsa dan batulempung sisipan batubara, terendapkan di lingkungan fluviatil dengan ketebalan sekitar 400 meter, berumur Miosen Tengah sampai dengan Miosen Akhir.
3. Formasi Berai, litologinya terdiri dari litologi batugamping terdapat komposisi fosil foraminifera besar seperti *Spiroclypeus orbitodeus*, *Spiroclypeus sp.* yang menunjukkan umur Oligosen-Miosen Awal dan bersisipan napal, terendapkan dalam lingkungan neritik, dan mempunyai ketebalan sekitar 1000 meter.
4. Formasi Tanjung terdiri dari beberapa fasies diantaranya :
 - a. Fasies Konglomerat terdiri dari Konglomerat bawah, dengan komponen sebagian besar terdiri komponen seperti batuan malihan, batuan beku, batuan klastika, batugamping dan kuarsa. Komponen Fasies Konglomerat berukuran dari 1 cm sampai 8 cm, berbentuk bulat sampai membulat tanggung, terpilah buruk, dan komponen Fasies Konglomerat bermassa dasar batupasir kuarsa berbutir kasar. Fasies Konglomerat ini merupakan bagian paling bawah dari Formasi Tanjung yang diendapkan tidak selaras diatas batuan atas Pra-Tersier, tebalnya berkisar antara 8 meter dan 15 meter. Di tepi barat Pegunungan Meratus, Fasies Konglomerat lebih tebal dari yang di tepi timurnya. Di beberapa

tempat di tepi timur ditemukan sisipan batupasir berbutir kasar dengan ketebalan antara 75 cm dan 100 cm, yang memperlihatkan struktur sedimen lapisan silang-siur berskala menengah. Adanya perbedaan ketebalan pada Fasies Konglomerat dan struktur perlapisan silang-siur pada batupasir menunjukkan arah arus purba dari arah barat.

- b. Fasies Batupasir Bawah terdiri dari batupasir berbutir sedang sampai kasar setempat konglomeratan. Batupasir ini terdiri dari butiran kuarsa dengan sedikit kepingan batuan vulkanik, rijang, dan feldspar. Fasies ini berlapis tebal yaitu antara 50 cm dan 200 cm. Struktur sedimennya adalah lapisan sejajar, lapisan silang-siur dan lapisan tersusun. Tebal fasies ini terukur di tepi barat Pegunungan Meratus antara 46 meter dan 48 meter, sedangkan di bagian tengah dan tepi timurnya antara 30 meter dan 35 meter.
- c. Fasies Batulempung Bawah terdiri dari batulempung berwarna kelabu, dengan sisipan batubara dan batupasir. Ketebalan fasies ini berkisar dari 28 meter sampai 68 meter. Struktur sedimen di dalam batulempung, yang terlihat berupa lapisan pejal, laminasi sejajar, setempat laminasi silang-siur dengan ketebalan berkisar antara 3 cm sampai 5 cm. Batubara berwarna hitam mengkilap terdapat sebagai sisipan dengan ketebalan berkisar antara 30 cm dan 200 cm. Setempat lapisan batubara berasosiasi dengan batulempung berwarna kehitaman. Sisipan batupasir berbutir halus sampai sedang dengan ketebalan perlapisan antara 5 cm dan 25 cm. Struktur sedimennya adalah laminasi sejajar dan setempat laminasi silang-siur. Setempat ditemukan pula sisipan

tufa berwarna putih dengan ketebalan perlapisan antara 5 cm dan 15 cm, sebagian berubah menjadi kaolin.

- d. Fasies Batupasir Atas terdiri dari batupasir berbutir halus sampai sedang, berlapis baik, dengan ketebalan perlapisan antara 3 cm dan 25 cm. Tebal fasies ini berkisar dari 12 meter sampai 26 meter. Struktur sedimennya lapisan sejajar serta lapisan silang-siur pada batupasir berbutir sedang dan laminasi sejajar serta silang-siur pada batupasir berbutir halus dan yang terakhir adalah Fasies Batulempung Atas terdiri dari batulempung berwarna kelabu kehijauan dan masif.



Gambar 2.1. Kompilasi stratigrafi pada Cekungan Barito. (Koesoemadinata, dkk. 1994)

III. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dilanjutkan dengan metode analisis. Metode deskriptif adalah metode penelitian untuk memperoleh gambaran mengenai situasi atau kejadian, sehingga metode ini bertujuan mengadakan akumulasi dasar data belaka. Dalam metode penelitian yang lebih luas, metode

deskriptif tidak hanya memberikan gambaran terhadap fenomena, tetapi juga menerangkan hubungan, menguji hipotesis, membuat prediksi serta mendapatkan makna dan implikasi dari suatu masalah yang ingin dipecahkan.

Metode analisis adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisis data yang digunakan dalam penelitian. Jenis metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- **Metode Analisis Well Log**

Dalam metode analisis *well log*, data yang digunakan berasal dari 16 sumur (*well*), yang masing-masing terdiri dari log *gamma ray (GR)*, *resistivitas (LLD)*, *densitas (FCD)*, *neutron (CNL)*. pada data *well log* menggunakan *software Petrel 2009*. Data log sumur ini di pergunakan dalam interpretasi persebaran litologi dan jenis litologi dalam Formasi Tanjung. Korelasi marker stratigrafi menggunakan konsep stratigrafi sikuen menurut Catuneanu (2006) yang terdiri dari *Maximum Regression Surface (MRS)*, *sequence boundary (SB)*, *Flooding surface (FS)*, dan *maximum flooding surface (MFS)* di hubungkan dengan log sumur lainnya dalam pembuatan marker stratigrafi.

- **Metode Analisis Inti Batuan (Data Core)**

Dalam metode analisis inti batuan, Analisis deskripsi megaskopis pada inti batuan di kedalaman 1114 – 1120 MD/meter (*Measure Depth*) pada *key well 107* serta inti batuan di kedalaman 963 – 967 MD/m pada *key well 105*.

- **Metode Pemodelan**

Pemodelan 3D merupakan langkah akhir pada penelitian ini. Dilakukan dengan membuat pemodelan fasies untuk mengetahui, lingkungan pengendapan. Pembuatan *Boundary* merupakan sebuah batas yang berguna untuk membatasi *area of interest* dari suatu lapangan dengan tujuan bahwa

pemodelan yang nanti akan dihasilkan hanya pada sebatas zona tersebut dengan luas sekitar 8.28 Km² dengan persebaran 16 sumur *well log*.

IV. ANALISIS PEMBAHASAN

- **Interpretasi Data Wireline Log**

Analisis *wireline log* merupakan metode awal dalam menentukan variasi litologi yang menyusun formasi penelitian secara kualitatif. Interpretasi penentuan litologi dari suatu *wireline log* dapat di tentukan dari log *gamma ray (GR)*, log *Spontaneous Potential (SP)*, log *neutron (CNL)*, dan log *densitas (FDC)*. Interpretasi awal untuk menentukan litologi adalah membedakan anatara serpih (*shale*) dan litologi batupasir (*sandstone*) dengan menggunakan log GR dan SP. Berdasarkan analisis secara integrasi pada keseluruhan data *wireline log* yang ada, maka litologi lapangan MIR pada Formasi Tanjung ini dapat dibagi menjadi 3 jenis litologi yaitu serpih (*shale*), batupasir (*sandstone*), dan batubara (*coal*). Batupasir (*sandstone*) dapat dianalisis dari nilai gamma ray yang memiliki nilai lebih rendah dari nilai gamma ray pada garis dasar serpih (*shale base line*), memiliki nilai densitas berkisar 2.3-2.6 gr/cc pada log densitas, serta nilai log neutron yang tidak lebih dari 0.3 dikarenakan nilai neutron akan besar pada batuan yang memiliki komposisi lempung.

- **Analisis Data Inti Batuan**

Analisis data inti batuan (*core*) dilakukan untuk mengetahui karakter fisik litologi secara nyata dan spesifik. Melalui analisis inti batuan ini dapat diketahui jenis litologi, ukuran butir, struktur sedimen, komposisi mineral serta porositas dan permeabilitas batuan yang dianalisis. analisis data inti batuan (*core*) pada *well MIR 107* pada kedalaman 1114.25 – 1114.45 Meter MD. Sifat fisik pada inti batuan ini tersusun dari litologi batupasir warna kuning kecoklatan dengan ukuran butir sedang hingga halus, dengan pola *finning upward*. Sortasi baik

menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan memiliki energi pemisahan yang tinggi dan mampu membedakan lumpur dengan butiran yang lebih kasar dalam transportasi dan deposisinya. Struktur sedimen yang berkembang *ripple cross laminated* yang menunjukkan struktur sedimen primer dengan karakteristik lamina yang bergelombang. Struktur sedimen ini terbentuk pada arus traksi yang merupakan hasil akumulasi *sand dune* atau gumuk pasir yang saling sejajar, dan pada umumnya *ripple cross lamination* terbentuk pada rezim aliran bawah. Berdasarkan sifat fisik batuan inti diatas dapat diinterpretasikan bahwa asosiasi fasies pada inti batuan ini merupakan *fasies estuary chanel* yang memiliki *low energy chanel top deposit*.

Pada *well* MIR 105 pada kedalaman 963 – 963.20 Meter MD. Sifat fisik pada inti batuan ini tersusun dari *claystone*, dan *sandstone*. warna kuning kecoklatan, dengan ukuran butir sedang – halus. sortasi baik menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan memiliki energi pemisahan yang tinggi dan mampu membedakan lumpur dengan butiran yang lebih kasar dalam transportasi dan deposisinya. Terdapat *bioturbated* yang cukup tinggi mengidentifikasi bahwa lingkungan pengendapan dengan aktifitas organisme yang cukup tinggi. Berdasarkan data deskripsi di atas maka pada inti batuan dapat diinterpretasikan asosiasi *fasies mud flat* yang merupakan susunan *fasies tidal flat*.

- **Analisis Sikuen Stratigrafi**

Untuk menentukan analisis sikuen stratigrafi pada Lapangan MIR hal pertama yang harus di lakukan ialah korelasi marker stratigrafi. Korelasi marker stratigrafi dilakukan untuk menentukan *flooding surface* (FS), *maximum flooding surface* (MFS), *maximum regresi surface* (MRS) dan *sequence boundary* (SB). Proses di mulai pada *weriline log* MIR 107 yang merupakan *keywell* pada penelitian dikarenakan memiliki data yang cukup lengkap. Untuk menentukan titik acuan (*datum*) MRS, dimana pada

regresi maksimum sebagai datum untuk korelasi pada sumur lainnya. Dengan ini bisa menganalisis sikuen stratigrafi untuk memperoleh informasi mengenai proses dan faktor pembentukannya meliputi perubahan muka air laut (*eustacy*), kecepatan penurunan (*subsidence*), suplai sedimen dan geometri cekungan. Setelah melakukan korelasi marker stratigrafi maka dapat melakukan analisis unit sikuen stratigrafi berdasarkan pola naik turunnya muka air laut. Adapun unit-unit sikuen stratigrafi Formasi Tanjung Pada Lapangan MIR adalah sebagai berikut :

- **Unit Sikuen Stratigrafi *Lowstand System Track* (LST)**

Lowstand system track merupakan suatu set endapan sedimen yang terendapkan pada saat muka air laut relatif turun sampai pada saat muka air laut itu relatif naik. Menurut Wagoner (1988), pada *lowstand system track* biasanya pada bagian dasarnya akan dibatasi oleh *sequence boundary*, dan bagian atas akan di batasi *transgressive surface* (FS) bisa juga *Maximum regression surface* (MRS).

Pada peristiwa *lowstand system track* (LST) sangat sensitif merekam perubahan - perubahan garis pantai pada endapan – endapan transisi-laut dangkal. Pola sedimentasi pada peristiwa LST menunjukkan pola *coarsening upward* atau mengasar keatas, dimana muka air laut relatif turun pada *downlap break* dengan penaikan muka air laut yang relatif terjadi dikemudian. Turunnya muka air laut secara perlahan sehingga membuat ruang akomodasi pengendapan pada suatu cekungan semakin berkurang namun suplai sedimen sangat tinggi sehingga membentuk endapan *progradational* pada proses pengendapan Formasi Tanjung.

Berdasarkan analisis sikuen stratigrafi pada Formasi Tanjung, terdapat 2 unit sikuen stratigrafi *lowstand system track* (LST), yakni LST-1 dan LST-2, dimana LST-1 pada bagian atasnya dibatasi oleh MRS-1 (*maximum regressive surface-1*).

- **Unit Sikuen Stratigrafi *Transgressive Sytem Track* (TST)**

Transgressive system track merupakan suatu set endapan sedimen yang terendapkan pada muka air laut relatif naik. Pada *transgressive system track* ini dibatasi oleh *transgressive surface* (TS) dan *maximum flooding surface* (MFS). Pada tipe ini jumlah pasokan sedimen lebih rendah dibandingkan kecepatan akomodasi. Pada sistem ini sebagian besar berupa *onlap* dan berbentuk *clinoform*, dan memiliki geometri *retrogradational*. Semakin kearah Cekungan kadang akan ditemukan *condensed section* pada *system track* TST, hal ini menunjukkan suatu proses laju pengendapan yang lambat. Proses laju pengendapan lambat di karenakan majunya garis pantai yang diikuti genangan air laut sehingga proses tersebut merekam geometri pengendapan *retrogradational*.

Pada peristiwa unit sikuen stratigrafi *transgressive system track* (TST) sangat sensitif merekam perubahan - perubahan garis pantai pada endapan – endapan transisi-laut dangkal. Pola sedimentasi pada peristiwa TST menunjukkan pola *finning upward* atau menghalus keatas, karna terendapkan pada bagian dari fasa kenaikan muka air laut relatif turun pada *onlap break* dengan kenaikan muka air laut yang relatif naik, pada saat terjadinya fasa TST ruang akomodasi pengendapan semakin tinggi atau *onlap* sehingga laju suplai sedimen menjadi berkurang.

Berdasarkan analisis sikuen stratigrafi pada Formasi Tanjung, terdapat 2 unit sikuen stratigrafi *transgressive system track* (TST), yakni TST-1 dan TST-2, dimana TST-1 pada bagian bawah dibatasi oleh MRS (*maximum regressive surface*) dan pada bagian atas dibatasi oleh *maximum flooding surface* (MFS).

- **Unit Sikuen Stratigrafi *Highstand Sytem Track* (HST)**

Highstand system track merupakan suatu set endapan sedimen yang terendapkan pada muka air laut mencapai titik tertinggi sampai mulai turun kembali. Pada sistem ini

sebagian berupa berupa *downlap* pada *system track* dibawahnya, yang memiliki geometri *aggradational*. Pada sistem ini akan dibatasi pada bagian bawahnya oleh *maximum flooding surface*, dan pada bagian atas dibatasi oleh *sequence boudary*.

Pada peristiwa *highstand system track* (HST) saat garis pantai maju kearah *basin* yang terbentuk pada saat laju kenaikan muka air laut yang mulai menurun setelah melalui masa puncak kenaikan muka air laut, dimana pada saat peristiwa tersebut membentuk ruang akomodasi yang lebih kecil di banding pengendapan sedimen pada *basin* dengan memiliki geometri pengendapan *aggradational*.

Berdasarkan analisis sikuen stratigrafi pada Formasi Tanjung, terdapat 1 unit sikuen stratigrafi *highstand system track* (HST), dimana HST pada bagian bawah dibatasi oleh MfS (*maximum flooding surface*) dan pada bagian atas dibatasi oleh *sequence boundary* (SB).

- **Peta Isopach Unit Sikuen Stratigrafi**

Peta isopach adalah peta yang menggambarkan distribusi ketebalan tiap horizon batupasir yang dibatasi oleh waktu pengendapan melalui korelasi marker unit stratigrafi. Dari peta *isopach* yang telah dibuat diharapkan dapat menunjukkan persebaran tubuh batupasir dan arah dinamika sedimentasi.

Peta isopach dengan batupasir bagian bawah atau batupasir yang lebih terdahulu diendapkan yang tergolong horizon batupasir LST-1 (*lowstand system track-1*). menunjukkan ketebalan yang menggambarkan bahwa penyebaran endapan sedimen mengarah ke tenggara dengan ketebalan 20.62 Meter dan 74.51 Meter ketebalan peta *isopach* LST-2 (*lowstand system track-2*).

Peta *isopach* selanjutnya pada horizon *transgressive system track-1* (TST-1) pada tipe ini jumlah pasokan sedimen lebih rendah dibandingkan kecepatan akomodasi. Pada sistem ini sebagian besar berupa *topset*, dan berbentuk *clinoform*, dan memiliki geometri *retrogradational*. bahwa penyebaran

enadapan sedimen mengarah ke tenggara dengan ketebalan 99.88 Meter dan 56.51 Meter ketebalan peta *isopach* TST-2 (*transgressive system track-2*).

Peta *isopach* selanjutnya pada horizon HST (*highstand system track*) yang menyebar di setiap *well log* dengan kecenderungan *aggradational*. Hal ini mencirikan proses sedimentasi yang tinggi namun ruang akomodasi yang kecil yang membuat batupasir menjadi tebal. Bahwa penyebaran enadapan sedimen mengarah ke tenggara dengan ketebalan 89.62 Meter.

- **Analisis Fasies dan Lingkungan Pengendapan**

Analisis fasies dan lingkungan pengendapan dilakukan dengan mengacu pada konsep elektrofasis, yakni penggunaan set kurva *log* yang menunjukkan karakteristik suatu lapisan yang dapat dibedakan dengan lapisan yang lainnya. Karakteristik *log* ini di ambil dari *log gamma ray* (GR) di karenakan *log gamma ray* relatif lebih sensitif dan akurat dalam mengukur kadar mineral lempung dalam batuan.

Sebelum menentukan fasies masing – masing pola *log* harus diketahui lingkungan pengendapan pada Lapangan MIR harus mengacu pada geologi regional yang menunjukkan bahwa Formasi Tanjung Bawah terndapkan pada *estuarine* pada fase transgresi. Hal ini juga diperkuat dengan keterdapatn lapisan batubara pada interpretasi litologi.

Pada zona ZR1 yang terjadi pada fasa unit sikuen stratigrafi TST (*transgressive system track*) yang menunjukkan bahwa pada proses pengendapan TST diiringi dengan kenaikan muka air laut sehingga akan terbentuk fasies yang semakin keatas pada zona TST menunjukkan *retrogradasional parasequence*. Setelah diketahui proses analisis pada zona TST adalah lingkungan *estuarine*, maka pola *log gamma ray* yang berbentuk *cylindrical* mengindetifikasikan fasies *estuary chanel* yang dikalibrasikan dengan hasil deskripsi inti batuan pada

keywell MIR 107. Dimana pada penjelasan deskripsi intibatuan menunjukan adanya struktur sedimen *ripple cross bedding* dan *rip – up clast*. Sedangkan pola *funnel shape* dengan ukuran butir mengkasar keatas (*coarsening upward*) mengidentifikasi fasies *tidalbar*, sedangkan pola *bell shape* dengan menghalus keatas (*finning upward*) mengidentifikasi fasies *tidal flat*.

Sedangkan pada zona ZR2 diidentifikasi pada fasa unit sikuen stratigrafi TST-2 (*transgressive system track-2*) dan LST-2 (*lowstand system track*). Setelah diketahui proses analisis pada zona ZR-2 adalah *estuarine*, maka pola *log bell shape* dengan menghalus keatas (*finning upward*) mengidentifikasi fasies *tidal flat*. Yang dikalibrasikan dengan hasil deskripsi inti batuan pada *keywell* MIR 105. Dimana pada penjelasan deskripsi intibatuan menunjukan adanya struktur sedimen *flaser* dan banyaknya *bioturbated* yang berkembang pada inti batuan. Sedangkan pola *funnel shape* dengan ukuran butir mengkasar keatas (*coarsening upward*) mengidentifikasi fasies *tidalbar*, dan pola *log gamma ray* yang berbentuk *cylindrical* mengindetifikasikan fasies *estuary chanel*. Sehingga secara umum lingkungan pengendapan pada Lapangan MIR Formasi Tanjung memiliki lingkungan adalah *Estuary Chanel – Estuary Mouth complex* yang didominasi oleh proses *tide dominated estuarine*.

- **Pemodelan 3D Fasies**

Pemodelan 3D merupakan penggambaran secara matematis dari reservoir dibawah permukaan pada perangkat komputer. Menurut Ekeland (2007), menyebutkan bahwa pemodelan fasies merupakan sebuah metode untuk menggambarkan fasies secara 3 dimensi, bertujuan untuk mengetahui geometri dari sebuah pelamparan dan distribusi fasies. Tujuan dari pemodelan geologi penelitian ini adalah untuk menciptakan model distribusi fasies pada Formasi Tanjung pada Lapangan MIR . Sehingga nantinya model fasies yang

dihasilkan mampu memberikan informasi parameter geologi tentang analisis fasies yang diteliti.

- **Pembagian Lapisan Target (*Layering*)**

Proses selanjutnya adalah pembuatan *layering* yang merupakan proses akhir sebelum menuju *property modeling*. Pembagian lapisan target atau *layering* merupakan proses pembuatan subzona memungkinkan untuk menggambarkan resolusi vertikal akhir dari grid dengan pengaturan ketebalan *cell* atau banyaknya lapisan *cell* yang diinginkan.

Pembagian lapisan target untuk menentukan distribusi fasies penulis menggunakan dengan resolusi data log sumur dan aturan paling tipis bahwa 1 meter di anggap 2 layer. Maka proses pembuatan layer berdasarkan ketebalan masing – masing zone pada *keywell*.

Tabel 4.1 Prosedur pembagian layer berdasarkan ketebalan surface

Well log	Surface	Thickness	No. of layer
MIR 107	Top ZR-2	133.17	226
MIR 107	Bottom ZR-2		
MIR 107	Top ZR-1	125.56	251
MIR107	Bottom ZR-1		

- **Scale Up Well Log**

Proses *Scale up* data sumur merupakan sebuah proses otomatis yang disediakan oleh Petrel untuk mendigitasi ulang data pada log sumur kedalam *grid cell* 3D. Pada masing-masing *grid cell*, semua nilai log yang berada pada interval *cell* tertentu akan dirata-rata berdasarkan proses alogaritma untuk mengasilkan hanya satu nilai pada satu *cell*. Sehingga dalam hal ini semakin kecil nilai *cell* yang digunakan maka akan semakin akurat data kita, namun untuk penelitian kali ini sesuai pembahasan sebelumnya. Data sumur yang digunakan hanya merupakan hasil penentuan

elektrofasies yang nantinya akan di buat pemodelan 3D distribusi fasies pada Formasi Tajung.

Dalam prosesnya pengolahan selanjutnya menjadi pemodelan 3D guna mendistribusikan *property*, maka digunakan variogram. Variogram merupakan perangkat statistik untuk interpolasi antara dua atau lebih data yang bersifat pembobotan. Dalam variogram ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti metode yang akan digunakan, arah *major* dan *minor*, *nugget*, *range*, metode, dan orientasi serta bentuk variogram yang menunjukkan arah *property* distribusi fasies.

- **Pemodelan Fasies (*Facies Modelling*)**

Pemodelan fasies untuk pembuatan 3D modeling sangat diperlukan untuk mempermudah dalam proses simulasi. Dalam hal ini fasies sangat berkaitan dengan performa produksi. Pemodelan fasies merupakan penggambaran atau ilustrasi dari fasies yang berada pada lapangan penelitian sehingga nantinya akan digunakan sebagai pembuatan parameter petrofisika seperti penyebaran dan hubungan porositas serta permeabilitasnya.

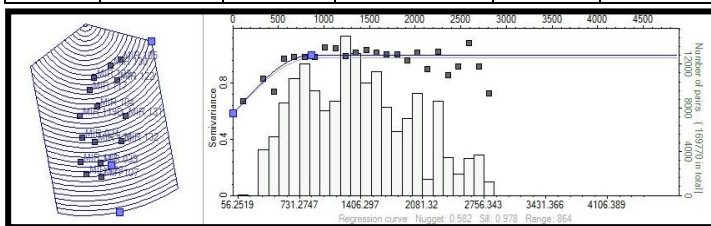
Sesuai yang sudah dibahas pada bab analisis fasies lingkungan pengendapan maka pemodelan daerah penelitian ini dibagi menjadi 3 fasies yaitu, *estuary channel*, *tidalbar*, *tidalflat*. Metode yang digunakan pada distribusi fasies berupa *Sequential Gaussian Simulation* (SGS). Metode ini merupakan sebuah metode pemodelan dengan menggunakan pembobotan berdasarkan interpretasi elektrofasies pada *well log* untuk memperkirakan distribusi fasies. Hal ini sangat tergantung pada simulasi sikuensial ini menggunakan pembobotan berdasarkan geostatistik dimana nilai yang dihasilkan akan sangat bergantung dari hasil *upscaled well log* data dan penentuan variogram.

Simulasi *Sequential Gaussian Simulation* (SGS) ini menggunakan pembobotan berdasarkan geostatistik dimana nilai yang dihasilkan akan sangat bergantung dari hasil

upscaled well log data dan penentuan variogram. Sehingga sebelum memasuki fasies modeling ini perlu dilakukan analisis data untuk menentukan pola penyebaran data dengan menggunakan variogram pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai variogram litofasies berdasarkan berdasarkan distribusi penyebarannya

Zone	Fasies	Major	Orientasi	Sill	Nugget
ZR 1	Estuary Chanel	549.9	NW - SE	0.967 4	0.045
	Tidal Flat	522	NW - SE	1.014 9	0
	Tidal Bar	541.5	N - S	1.033 4	0



Gambar 4.22 Contoh analisis major variogram pada parameter litofasies ZR-1

Pada metode variogram menggunakan model tipe *spherical* dimana penggunaan model tipe tersebut akan menghasilkan variasi yang diskontinyu serta variasi properti pada analisis fasies akan cenderung *smooth* dan eksponensial. Berdasarkan nilai minor dan mayor yang merupakan peningkatan kesebandingan antara data dengan jarak untuk menunjukkan seberapa pengaruh antara sample terhadap kesamaan data. Berdasarkan nilai *sill* merupakan nilai saemivarian pada bagian variogram teratas (*level off*), dapat diartikan juga sebagai *amplitude* suatu komponen.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian sikuen stratigrafi dan pemodelan fasies pada Lapangan MIR ini maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Litologi pada Lapangan MIR tersusun oleh batupasir, serpih dan batubara yang terendapkan pada lingkungan *estuarine*.
2. Lapangan MIR pada cekungan Barito Kalimantan selatan diidentifikasi bahwa Formasi Tanjung memiliki 7 paket unit sikuen stratigrafi yaitu, 2 *Maximum Regresi Surface* (MRS), 5 *Flooding Surface* (FS), 2 *Maximum Flooding Surface* (MFS), 1 *Sequence Boundary* (SB), 2 *Lowstand System Track* (LST), 2 *Transgressive System Track* (TST), 1 *Highstand System Track* (HST).
3. Arah siklus sedimentasi pada Formasi Tanjung dengan pendekatan unit sikuen stratigrafi dalam peta *isopach system track* menunjukkan bahwa proses sedimentasi mengarah ke Baratlaut – Tenggara (NNW – SSE).
4. Berdasarkan analisis inti batuan dan pola *log Gamma ray* (*Electrofacies*) lokasi penelitian memiliki 3 fasies lingkungan pengendapan yaitu, *Estuary chanel* dengan pola *log Gamma ray cylindrical*, *tidalflat* dengan pola *log Gamma ray funnel shaped*, *tidalbar* dengan pola *log Gamma ray bell shaped*. Dengan lingkungan pengendapan *Estuary Chanel – Estuary Mouth complex*.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada PT Pertamina UTC yang telah memberikan ijin penelitian tugas akhir saya, kepada para karyawan PT Pertamina UTC terutama Ibu Mill Sartika Indah dan Bapak Perdana Rakhmana Putera selaku pembimbing saya, Bapak Hadi Nugroho dan Bapak Yoga Aribowo selaku pembimbing saya di kampus yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penulisan hasil penelitian ini, dan kepada seluruh

pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J.T. and Mair, B.F., 1984. *Facies and Environments*. Schlumberger.
- Allen, G. P., and J. L. C. Chambers, 1998, *Sedimentation in the modern and Miocene Mahakam Delta*: Jakarta, Indonesian Petroleum Association, 236 p.
- Allen, G.P., 1997, *Sedimentology and Stratigraphy of Siliciclastic Reservoirs in Alluvial and Coastal-Deltaic Environments*. Queensland University of Technology, Brisbane.
- Boggs, Jr. S., 1987. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, Merril Publishing Co., A Bell & Howell Company, Columbus, Ohio.
- Bon, Jan, Tom H. Fraser, Welly Amris, Stewart, D.N., Zulkifli Abubakar, Sostromihardjo, S., 1996, *A Review of the Exploration Potential of the Paleocene Lower Tanjung Formation in the South Barito Basin*, IPA 96-1.0-027, 62-70, 1972.
- Brown, Jr., Fisher W.L., 1979, *Seismic Stratigraphy Interpretation and petroleum exploration*. Texas. USA
- Catuneanu, O., 2002. *Sequence Stratigraphy of Clastic Systems: Concepts, Merits, and Pitfalls*. Journal of African Earth Sciences, Vol. 35/1, pp. 1-43.
- Catuneanu, O., 2003. *Sequence Stratigraphy of Clastic Systems*. Geological Association of Canada, Short Course Notes, Vol. 16, p. 248.
- Catuneanu, O., 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier. University of Alberta. Canada.
- Dewan, J., 1983. *Modern Open-Hole Log Interpretation*. PennWell Publishing Company : Tulsa, Oklahoma.
- Ekenland, Anneli., 2007. *Sedimentology and Geomodelling of Small Scale Fluvial Architecture from the Lourinha Gm. Central Portugal*. Thesis. Norwegia: University of Bergen, 2007. (Tidak diterbitkan)
- Fisher, W.L., & McGowen, J.H., 1967. *Depositional System In The Wilcox Group of Texas And Their Relationship To Occurrence of Oil And Gas*. Gulf Coast Association Geological Society, Transactions 17, pp. 105-125.
- Friedman, Gerald M. & Sander, Jhon E., 1999. *Principles of Sedimentology*, Jhon Willey & sons publishing.
- Frey, R.W. and Pemberton, S.G., 1985. Trace Fossil Facies Models. Dalam : *Sediment Environment and Facies*. 1986, h. 189-207.
- Folk, R.L., 1962. *Dalam Buku Pengantar Praktikum Petrologi 2010*. Undip : Semarang
- Galloway, W.E., 1975, *Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional system*, in M L Broussard (ed.), *Deltas: Model for exploration*, Houston Geological Society, Houston, 87-98.
- Hall, R., 2011. *Stratigraphy and Sediment Provenance, Barito Basin, Southeast Kalimantan*. Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 35th Annual Convention, Jakarta, IPA11.G-054.
- Harsono, A., 1997. *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log*. Schlumberger Oil Field, Edisi ke 8, Jakarta.
- Koesoemadinata, R.P., Taib, M.I.T., dan Samuel, L., 1994. *Subsidence curves dan modeling of some Indonesia Tertiary Basins: 1994 AAPG International Conference dan Exhibition Kuala Lumpur*, Malaysia, p. 1-42.
- Kusuma, I. dan Darin, T., 1989, *The hydrocarbon potential of the Lower Tanjung Formation, Barito Basin, SE Proc. Indon. Petroleum Assoc. Ann. Conv. v.1, p.107-138*, West Indonesia.
- Mitchum, R.M., Jr., 1977. *Seismic Stratigraphy And Global Changes of Sea Level, part 11: Glossary of Terms Used*

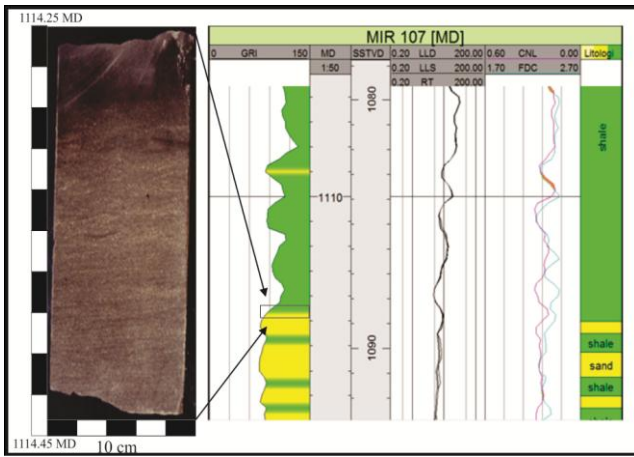
- In Seismic Stratigraphy. In Seismic Stratigraphy-Applications To Hydrocarbon Exploration* (C.E. Payton, Ed), pp. 205-212. American Association of Petroleum Geologist Memoir 26.
- Mutti & Luchi., 1972. *Turbidite Systems in Hydrocarbon Exploration*. Universidad Fernando Pessoa. Porto. Portugal.
- Nichols, Gary., 1999. *Sedimentology and Stratigraphy*, 2nd ed. Wiley-Blackwell. United Kingdom.
- Posamentier, H.W., Jervey, M.T., & Vail, P.R., 1988. *Eustatic Controls On Clastic Deposition I-Conceptual Framework, In Sea Level Changes-An integrated Approach* (C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.St.C. Kendall, H.W. Posamentier, C.A. Ross, & J.C. Van Wagoner, Eds) pp. 110-124. SEPM Special Publication 42
- Posamentier, H.W., & Allen, G.P., 1993. *Variability of The Sequences Stratigraphic Model: Effects of Local Basin Factors*. *Sedimentary Geology*, Vol. 86, p. 91-109
- Posamentier, H.W., & Allen, G.P., 1999. *Siliclastic Sequence Stratigraphy: Concepts And Applications*. SEPM Concepts in Sedimentology And Paleontology No. 7, p. 210.
- Potter, P.E., 1967. *Sandstone Bodies and Sedimentary Environments Review*. Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologist, v., h. 220-282.
- Ridder, M., 1986. *The Geological Interpretation of Well Log*, 2 nd edition. *Whittless publishing: Scotland*
- Satyana, A.H. and Silitonga, P.D., 1994, *Tectonic Reversal in East Barito Basin, South Kalimantan : Consideration of the Types of Inversion Structures and Petroleum System Significance*, Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 23rd Annual Convention, Jakarta, p.57-74.
- Satyana, A.H., 1994, *The Northern Massives of the Meratus Mountains, South Kalimantan : Nature, Evolution and Tectonic Implications to the Barito Structures*, Proceedings Indonesian Association of Geologists (IAGI), 23rd Annual Convention, Jakarta, p. 457-470.
- Satyana, A.H. and Darman, H., 2000, *Kalimantan Chapter in Darman, H. and Sidi, F.H., eds, Outline of the Geology of Indonesia*, Indonesian Association of Geologists, p. 69-90.
- Selley, Richard C., 1985. *Applied Sedimentology*. Royal School Mines : London, United Kingdom.
- Siregar, M.S. and Sunaryo, R., 1980. *Depositional Environment and Hydrocarbon Prospects, Tanjung Formation, Barito Basin, Kalimantan*. Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 9th Annual Convention, Jakarta.
- Selley, R.C., 1978. *Ancient Sedimentary Environments*. Chapman & Hall Lmt, London, 233, h.
- Suryana, 2010. *Metodologi Penelitian*. Universitas Pendidikan Indonesia: Jakarta
- Tucker, M., 1986. *The Field Description of Sedimentary Rocks*. Open University Press & Halsted Press., New York, Toronto, 112 h.
- Vail, P.R., Mitchum, R.M.Jr., & Thompson, S., 1977. *Seismic Stratigraphy And Global Changes of Sea Level, Part Four: Global Cycles of Relative Changes of Sea Level*. American Association of Petroleum Geologist Memoir 26, pp. 83-98.
- Vail, P.R., & Wornardt, W.W., 1990. *Well log-Seismic Stratigraphy; An Integrated Tool For the 90's: Gulf Coast Section*. SEPM Foundation Eleventh Annual Research Conference Program And Extended Abstracts, pp. 379-388.
- Van Wagoner, J.C., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M.Jr., Vail, P.R, Sarg, J.F., Loutit, T.S., & Hardenbol, J., 1988. *An Overview of Sequence Stratigraphy And key Definition, In Sea level Changes-An Integrated Approach* (C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.St.C. Kendall, H.W.

- Posamentier, C.A. Ross, & J.C. Van Wagoner, Eds) pp. 110-124. SEPM Special Publication 42.
- Van Wagoner, J.C., R.M. Mitchum., K.M. Campion, & Rahmanian, V.D., 1990. *Siliclastic Sequence Stratigraphy In Well Log And Outcrops*. American Association of Petroleum Geologist Method In Exploration Series. USA.
- Walker, R.G and James., 1992. *Facies Models*. Reprint Series 1, Geoscience Canada. Dept. of Geology McMaster University, Canada.
- Walther, J. 1894. *Einleitung In Die Geologicals Historische Wissenschaft, Bd 3, Lithogenesis Der Gegenwart*. Fischer Verlag. Jena; 535-1055.

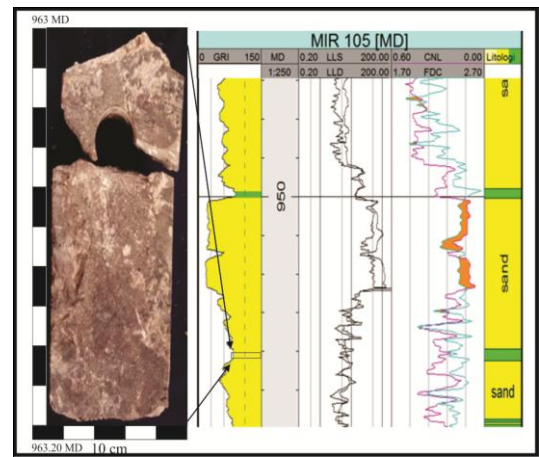
Laporan :

- PERTAMINA UTC., 2002. *Laporan Akhir Geologi dalam studi implementasi EOR (Enhanced Oil Recovery) pada Lapangan MIR, Cekungan Barito Kalimantan Selatan*. Tidak Dipublikasikan.
- PERTAMINA UTC., 2010. *Laporan Akhir Geologi dan Geophysics overview Sand characterization pada Lapangan MIR, Cekungan Barito Kalimantan Selatan*. Tidak Dipublikasikan.

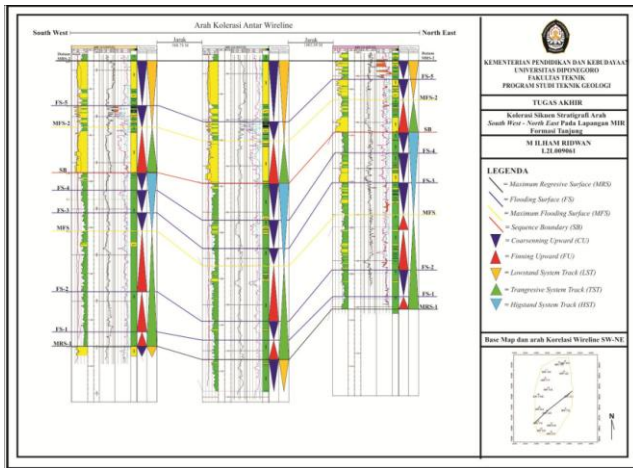
LAMPIRAN



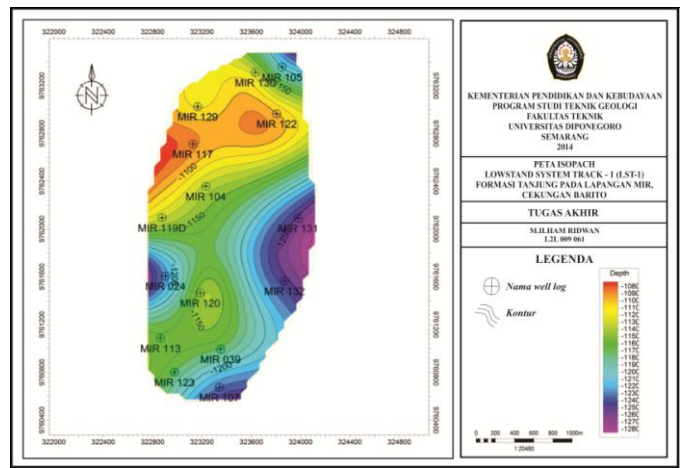
Gambar 1. Kalibrasi Data Inti Batuan pada kedalaman 1114.25 – 1114.45 Meter MD dengan *wireline* MIR 107



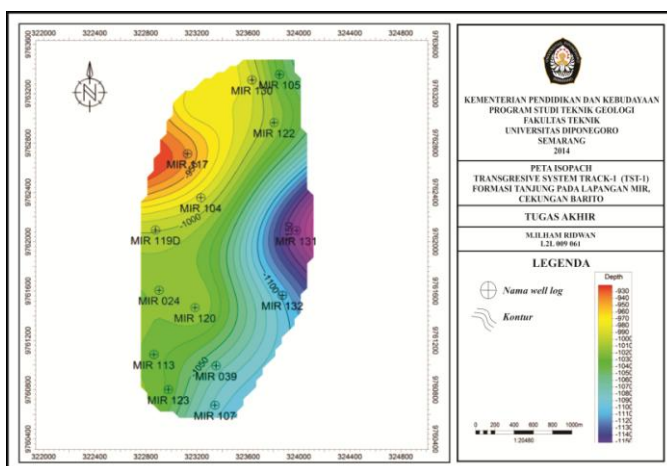
Gambar 2. Kalibrasi Data Inti Batuan pada kedalaman 963 – 963.20 Meter MD dengan *wireline* MIR 105



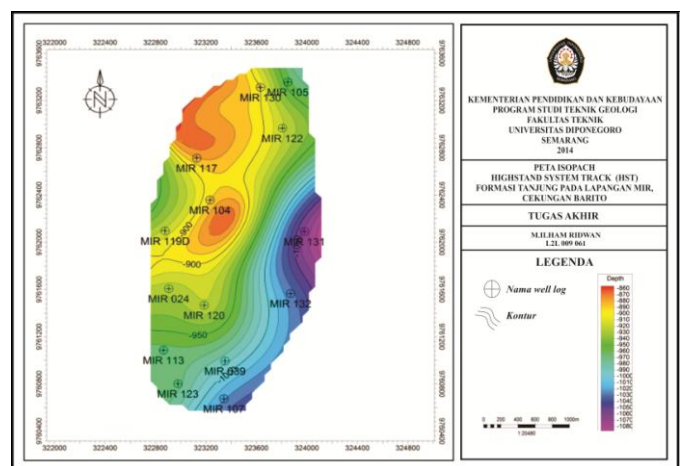
Gambar 3. Korelasi marker sikuen stratigrafi arah *South West – North East* pada Lapangan MIR Formasi Tanjung



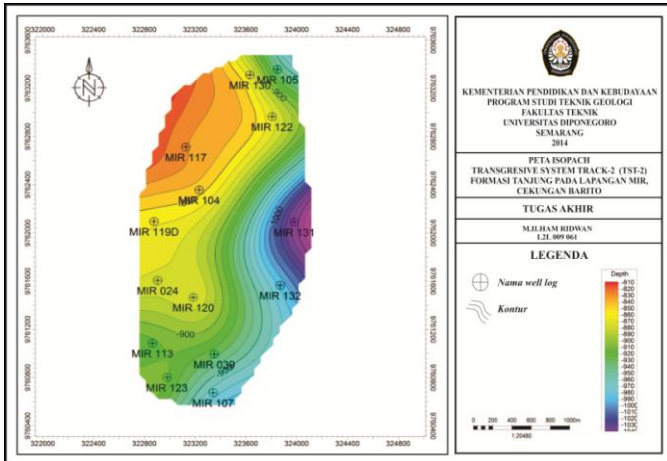
Gambar 4. Peta *Isopach* unit sikuen stratigrafi *Lowstand system track-1 (LST-1)*



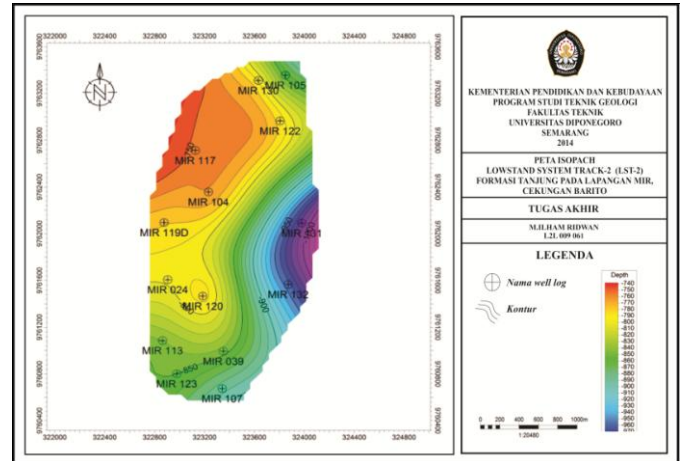
Gambar 5. Peta *Isopach* unit sikuen stratigrafi *Transgressive system track-1 (TST-1)*



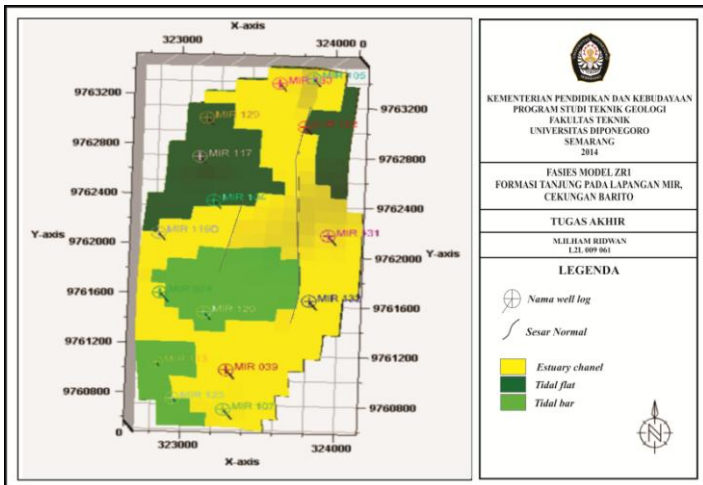
Gambar 6. Peta *Isopach* unit sikuen stratigrafi *Highstand system track (HST)*



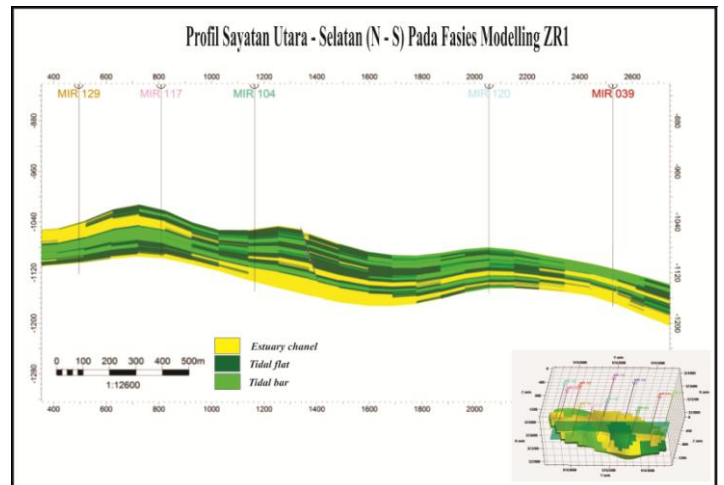
Gambar 7. Peta Isopach unit sikuen stratigraphi Transgressive system track-2 (TST-2)



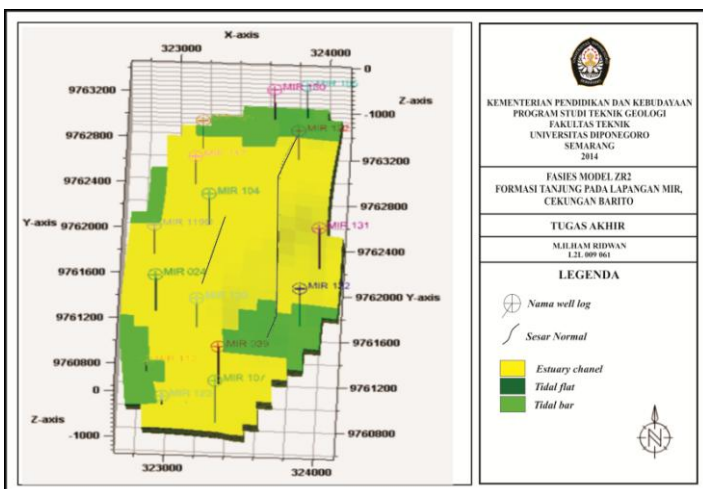
Gambar 8. Peta Isopach unit sikuen stratigraphi Lowstand system track-2 (LST-2)



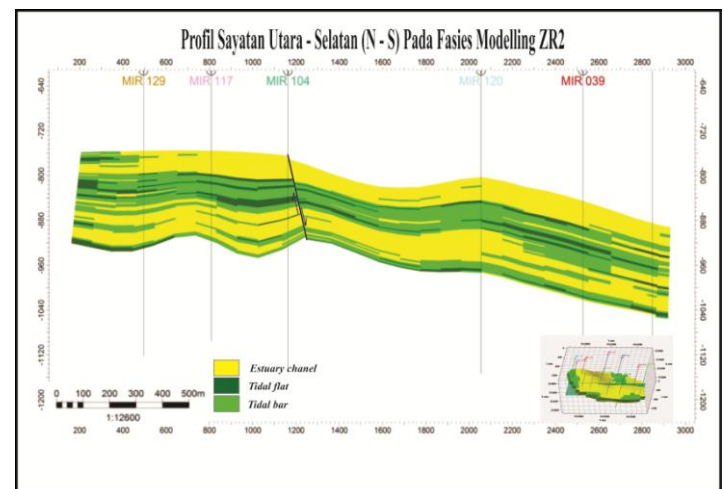
Gambar 9. Hasil output fasies model ZR1 dengan metode Sequential Gaussian Simulation (SGS)



Gambar 10. Sayatan profil geologi hasil pemodelan fasies lingkungan pengendapan ZR-1 pada Lapangan MIR



Gambar 11. Hasil output fasies model ZR2 dengan metode Sequential Gaussian Simulation (SGS)



Gambar 12. Sayatan profil geologi hasil pemodelan fasies lingkungan pengendapan ZR-2 pada Lapangan MIR