

GEOLOGI DAN ANALISIS GEOMETRI BATUPASIR 6000 FORMASI PEMATANG UNTUK IDENTIFIKASI PERANGKAP HIDROKARBON BERDASARKAN DATA SEISMIK DAN LOG SUMUR DI DAERAH “RAA”, CEKUNGAN SUMATERA TENGAH

Rara Ayunda^{*)}, Sugeng Widada^{*)}, Teguh Jatmika^{*)}

^{*)}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia
Fax/Phone : 0274-487816;0274-486403

SARI - Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah operasional PT. Chevron Pacific Indonesia, yang berada di Sub Cekungan Rangau, Cekungan Sumatera Tengah yang terletak di Daerah “RAA” berjarak sekitar ± 100 km² ke arah barat laut dari Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, dimana penelitian ini difokuskan pada Kelompok Pematang bagian *Upper Red Bed* pada Batupasir 6000. Secara regional, daerah penelitian terbentuk pada periode *rifting* Paleogen yang terendapkan pada lingkungan *shallow lacustrine* hingga *fluvial*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data primer berupa data seismik 3D, log sumur, data batuan inti, serta data sekunder berupa data petrofisik dan *well report*. Jumlah sumur yang digunakan sebanyak 20 sumur. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis litologi beserta fasies pengendapan, kandungan hidrokarbon dan tipe-tipe geometri perangkap dari Batupasir 6000 pada Formasi *Upper Red Bed* - Pematang, mengetahui kerangka struktur dan jumlah cadangan hidrokarbon yang terdapat pada daerah penelitian. Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data seismik 3D, menunjukkan bahwa terdapat tiga arah struktur yang berkembang pada Kelompok Pematang, yaitu sesar normal (*half graben*) yang berarah timurlaut-baratdaya terjadi pada Eosen-Oligosen, sesar mendatar mengangan yang berarah utara-selatan yang terjadi pada periode akhir *syn-rift* dan sesar-sesar naik yang berarah baratlaut-tenggara dan yang berarah timurlaut-baratdaya terbentuk akibat terjadi proses reaktifasi pada saat periode kompresi (F3). Secara umum Batupasir 6000 yang terdapat pada Formasi *Upper Red Bed*-Pematang tersusun oleh litologi batupasir dengan fasies pengendapan berupa *braided channel*. Berdasarkan analisis peta struktur kedalaman Batupasir 6000 dengan melihat pola-pola tutupan (*closure*) yang ada pada daerah penelitian, ditemukannya 13 tutupan (*closure*) yang tersebar di lokasi yang sudah dilakukan pemboran maupun yang belum dilakukan pemboran. Dari tutupan(*closure*) kita dapat mengetahui tipe geometri perangkapnya berupa tiga arah (*three way dip-closure*) atau perangkap struktur berupa kombinasi sesar dan lipatan serta empat arah (*four way dip-closure*) atau perangkap struktur antiklin. ada jumlah cadangan yang terdapat di Daerah “RAA” senilai 381,84 MMSTB. Dan sumber daya hidrokarbon daerah telitian 11,84 MMSTB.

Kata kunci : *upper red bed, rifting, shallow lacustrin, fluvial, well report, half graben, syn-rift, braided channel, closure, three way dip-closure, four way dip-closure*

PENDAHULUAN

Objek penelitian adalah Daerah “RAA”, yang terdiri dari Lapangan “RAA” dan Lapangan “AYND” Cekungan Sumatera Tengah, yang merupakan salah satu lapangan milik PT. Chevron Pasific Indonesia. Daerah “RAA” terletak ± 100 km ke arah barat laut dari Kota Pekanbaru di Blok Rokan CPI. Batupasir 6000 terletak pada Formasi *Upper Red Bed* yang termasuk pada Kelompok Pematang pada Daerah “RAA”, Penelitian ini lebih difokuskan pada Kelompok Pematang yang terdiri dari (*Upper Red Bed* dan *Brown Shale*, reservoir daerah telitian terletak pada Batupasir 6000 Formasi *Upper Red Bed* -Pematang.

Berbagai bentuk aktivitas eksplorasi telah dilakukan untuk meningkatkan produksi, antara lain survei seismik, pengeboran, *logging* dan *core sampling*. Untuk mengetahui seberapa besar potensi

dari reservoir suatu lapangan, perlu dilakukan berbagai macam studi yang melibatkan banyak disiplin ilmu, salah satunya yang berperan penting adalah ahli geologi. Salah satu metode yang digunakan oleh ahli geologi untuk mengetahui geometri perangkap hidrokarbon perlu dilakukan metode pemetaan bawah permukaan.

Studi ini bertujuan untuk melakukan analisis jenis-jenis perangkap hidrokarbon (*closure*) serta distribusi akumulasi hidrokarbon pada Formasi Pematang berupa Batupasir 6000 yang berpotensi untuk diproduksi dengan dilihat dari berbagai aspek dan hasil tes yang telah dilakukan. Karena itu sangat diperlukan studi geologi yang berupa interpretasi data bawah permukaan seperti data seismik dan data sumur untuk mengetahui gambaran mengenai pola-pola yang mengindikasikan adanya perangkap hidrokarbon,

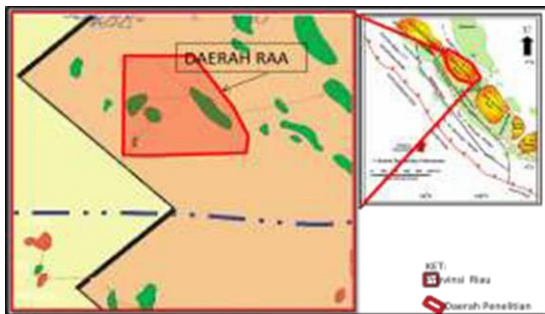
jenis-jenis perangkat dari hasil pemetaan bawah permukaan serta daerah-daerah yang memiliki potensi dalam penemuan hidrokarbon yang baru.

TUJUAN PENELITIAN

- Mengetahui jenis litologi beserta fasies dan lingkungan pengendapan dari Batupasir 6000 pada daerah telitian
- Mengetahui kandungan hidrokarbon yang terdapat di Batupasir 6000 pada daerah telitian
- Mengetahui kerangka dan pola struktur yang berkembang pada daerah telitian
- Mengetahui tipe-tipe geometri yang dapat menjadi perangkat hidrokarbon pada Batupasir 6000 di daerah telitian
- Mengetahui cadangan hidrokarbon yang terdapat pada Batupasir 6000

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Sub Cekungan Rangau, Cekungan Sumatera Tengah yang terletak di Daerah “RAA” berjarak ± 100 km² ke arah barat laut dari Kota Pekanbaru, Provinsi Riau yang dikelola oleh PT. Chevron Pacific Indonesia. Luasan daerah penelitian berkisar ± 630 km².



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Sub Cekungan Rangau, Cekungan Sumatera Tengah Daerah RAA lokasi operasi PT. Chevron Pacific Indonesia

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metodologi deskriptif analitis, yaitu dengan cara melakukan pemetaan geologi bawah permukaan berdasarkan data seismik dan data log sumur.

GEOLOGI DAERAH TELITIAN

Daerah penelitian terletak pada sub-cekungan Rangau dan sekitarnya, yang terletak pada Cekungan Sumatera Tengah. Secara umum daerah ini berarah relatif baratlaut-tenggara, Secara geologi daerah ini dibatasi oleh Sub-cekungan Balam sebelah utara, Sub-cekungan Kiri bagian selatan, dan bagian timur Sub-cekungan Aman Utara. Fokus penelitian yang dilakukan terdapat pada Kelompok Pematang pada Batupasir 6000.

STRUKTUR GEOLOGI

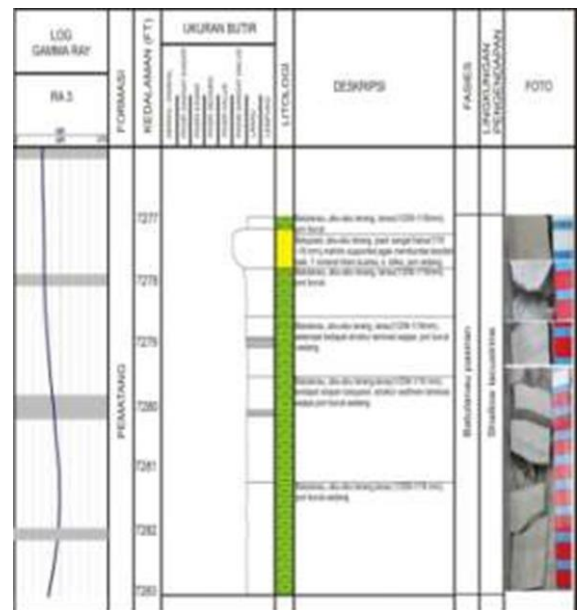
Struktur yang berkembang pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua pola struktur utama, yaitu pola tua berumur Paleogen yang relatif berarah timurlaut-baratdaya dan pola muda yang berumur Neogen yang berarah baratlaut-tenggara. Pola struktur timurlaut-baratdaya merupakan pola struktur utama yang mengontrol pembentukan dari *halfgraben* yang berlangsung pada periode Eosen-Oligosen (Fase *Rifting / F1*) di daerah ini.

STRATIGRAFI

Stratigrafi fokus telitian terdapat pada Formasi *Upper Red Bed* Kelompok Pematang. Formasi ini tersusun oleh litologi berupa batupasir, batulempung, dan sedikit konglomerat yang kemudian diasumsikan terendapkan pada lingkungan *lacustrine* dan semakin ke atas semakin ke atas berubah menjadi fluvial.

HASIL PENELITIAN DATA BATUAN INTI

Inti batuan merupakan data bawah permukaan yang paling akurat untuk mengetahui urutan suatu fasies dan lingkungan pengendapannya, karena merupakan satu satunya data yang menunjukkan kondisi batuan yang berada di bawah permukaan secara nyata.



Gambar 2. Deskripsi batuan inti (core) 3 Sumur RAA-3 pada interval 7277- 7283

Dalam batuan inti ke tiga pada sumur RAA-3 (Gambar 2) data batuan inti diambil pada interval 7277 hingga 7283 dalam ketebalan 6 feet, dari deskripsi batuan inti tersebut menunjukkan litologi berupa batulanau dengan terdapat sisipan batupasir sangat halus beberapa feet. Struktur sedimen yang bisa digunakan dalam penentuan lingkungan pengendapan jarang dijumpai pada batuan inti

tersebut, namun pada batuan inti ini terpadat struktur sedimen berupa paralel laminasi.

Berdasarkan karakteristik litologi hubungannya dengan litofasies yang lain dengan menggunakan model fasies Vekeen (1977), maka batulanau yang menyusun batuan inti tersebut diinterpretasikan sebagai lingkungan *shallow lacustrine*.

DATALOG SUMUR

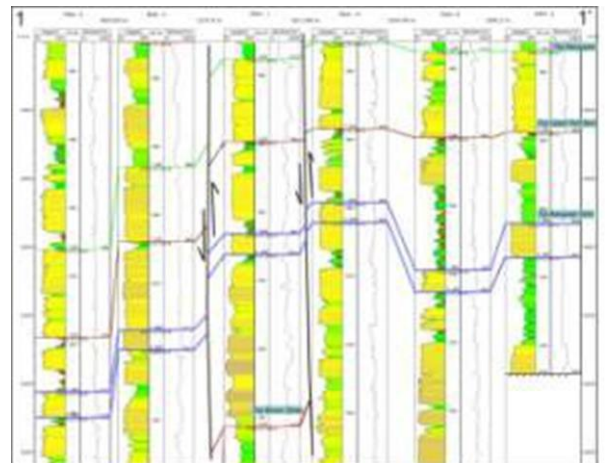
Data log sumur merupakan data yang digunakan dalam interpretasi fasies pengendapan dari Batupasir 6000 yang dikarenakan di terdapat batuan inti pada Batupasir 6000. Serta untuk mengetahui gambaran sebaran secara horizontal dan vertikal dari suatu litologi. Pada daerah telitian terdapat 20 sumur yang akan dilakukan analisis.



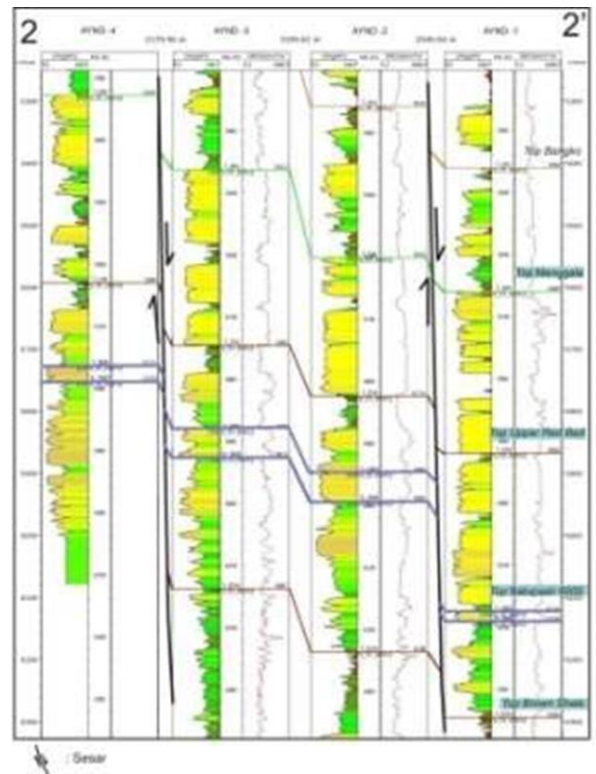
Gambar 3. Interpretasi log sumur AYND-4

Pada penampang stratigrafi (**Lampiran 1**) dapat dilihat berdasarkan pola kurva log *gamma ray* (GR) pada setiap sumur di daerah telitian menunjukan adanya kenampakan pola log yang relatif menghalus keatas. Dan untuk melakukan interpretasi fasies pengendapan lebih dirincikan berdasarkan pola kurva log menurut (Kendall,2003 dalam panduan GMB 2012), pada sumur daerah penelitian tersebut ditemukannya kenampakan pola *blocky* yang diindikasikan sebagai *braided channel*, pola *bell* diindikasikan sebagai *mid channel bar*, pola *funnel* diindikasikan sebagai *distributary mouth bar*, dan pola *serrated* diindikasikan sebagai *floodplain*, serta lingkungan *lacustrine* jika litologi serpih yang ditemukan pada log relatif cukup tebal. Namun secara umum pembagian fasies pengendapan pada daerah telitian khususnya pada Batupasir 6000 adalah *braided channel*.

KORELASI STRUKTUR



Gambar 4. Korelasi struktur arah relatif baratlaut-tenggara peta dasar daerah telitian



Gambar 5. Korelasi struktur arah relatif barat-timur peta dasar daerah telitian

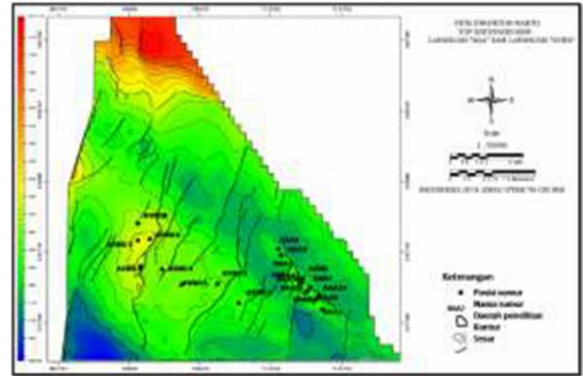
Korelasi struktur yang dilakukan pada daerah telitian menggunakan datum kedalaman (*feet*). Pada korelasi struktur dengan arah baratlaut-tenggara (**Gambar 4**), dapat dilihat kemenerusan dari masing-masing formasi serta Batupasir 6000 saling berhubungan, namun antara sumur RAA-3 dan RAA-1, serta antara sumur RAA-1 dan RAA-11 terdapat sesar naik yang menyebabkan terbentuknya antiklin dan sinklin. Pola struktur yang terlihat pada korelasi sumur ini menjadi perangkat bagi hidrokarbon pada daerah telitian.

Pada korelasi struktur dengan arah relatif barat-timur (**Gambar 5**), dapat dilihat kemenerusan dari masing-masing formasi serta Batupasir 6000 saling berhubungan, namun antara sumur AYND-4 dan AYND-3, serta antara sumur AYND-2 dan AYND-1 terdapat sesar naik yang menyebabkan terbentuknya struktur berupa antiklin dan sinklin pada daerah tersebut. Jadi pola struktur yang terlihat pada korelasi sumur ini menjadi perangkap bagi hidrokarbon pada daerah telitian.

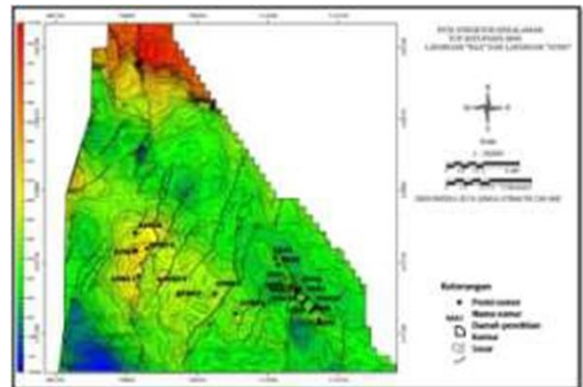
PEMETAAN BAWAH PERMUKAAN

Pemetaan bawah permukaan merupakan hasil interpretasi seismik berupa *picking horizon* dan struktur. Peta bawah permukaan digunakan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan serta bentuk-bentuk yang dapat diidentifikasi sebagai daerah yang memiliki *closure* yang berperan sebagai perangkap hidrokarbon.

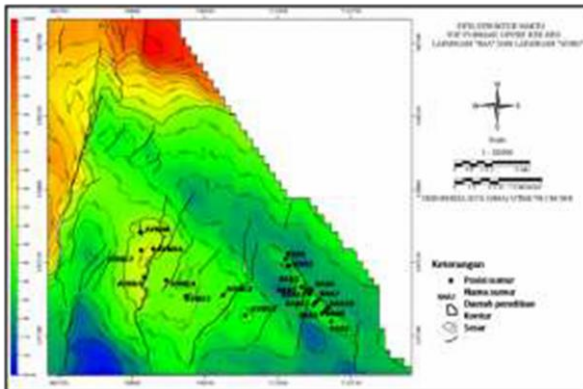
Peta struktur terbagi dua yaitu peta struktur waktu dan struktur kedalaman (**Gambar. 6-11**), yang terdiri dari *Top Pematang*, *Top Batupasir 6000*, dan *Top Brown shale*. Jika dibandingkan dari 3 horison tersebut dapat dilihat pelamparan dari litologi semakin ke atas semakin luas sebarannya.



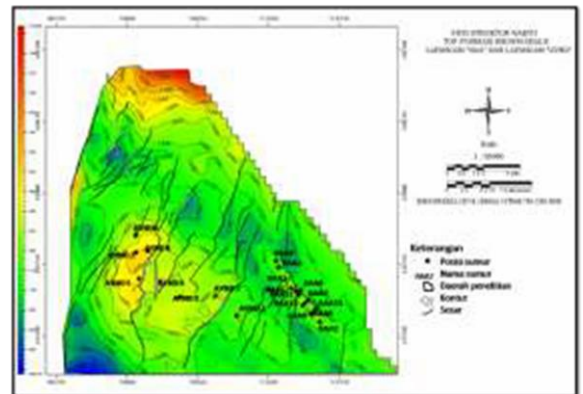
Gambar 8. Peta struktur waktu *Top Batupasir 6000*



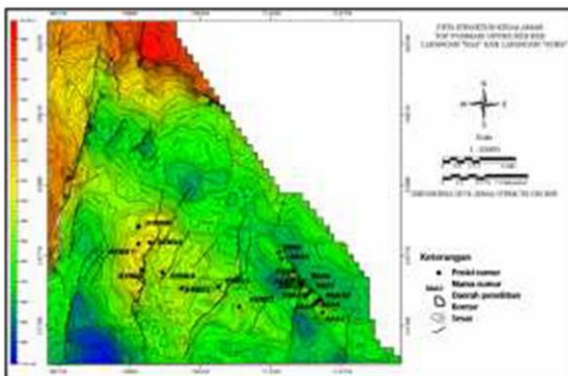
Gambar9. Peta struktur kedalaman *Top Batupasir*



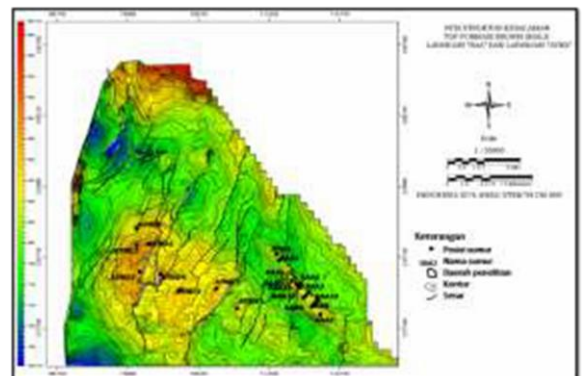
Gambar 6. Peta struktur waktu *Top Pematang*



Gambar 10. Peta struktur waktu *Top Brown shale*



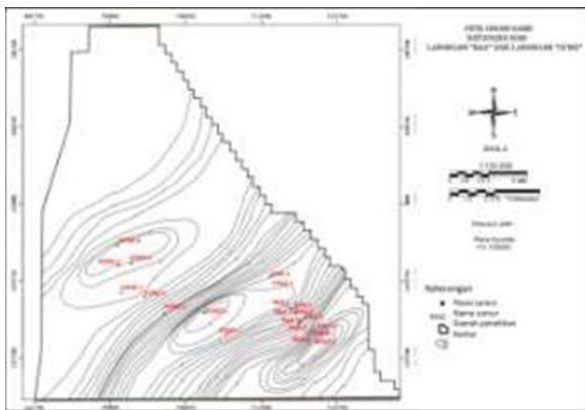
Gambar7. Peta struktur kedalaman *Top Pematang*



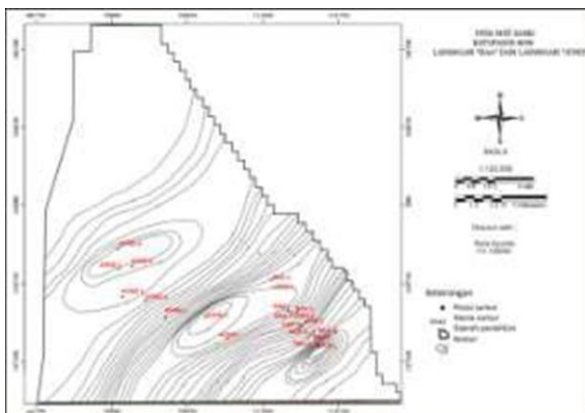
Gambar 11. Peta struktur kedalaman *Top Brown shale*

PETA KETEBALAN

Peta ketebalan Batupasir 6000 merupakan data yang digunakan untuk melihat sebaran ketebalan Batupasir 6000 berdasarkan dengan data log umum menggunakan data *cut off gamma ray* <96 batupasir dan >96 serpih. Peta ketebalan kotor (**Gambar 12**) dan peta ketebalan bersih (**Gambar 13**), memperlihatkan pola yang relatif sama karena litologi didominasi oleh *clean sand*. Serta berdasarkan peta ketebalan dapat menggambarkan bentuk fasies pengendapan dari Batupasir 6000 tersebut berupa *braided channel*.

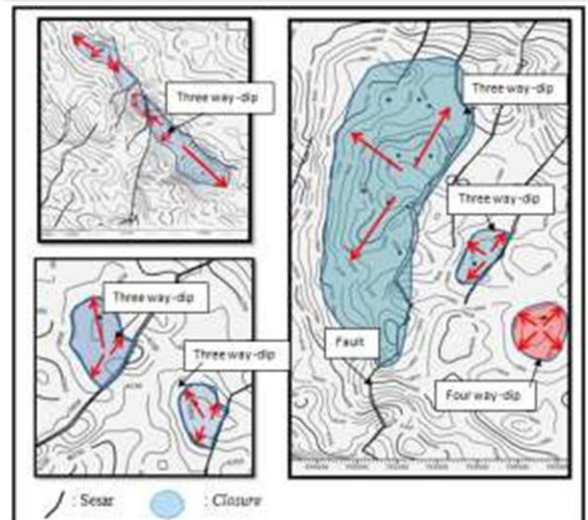
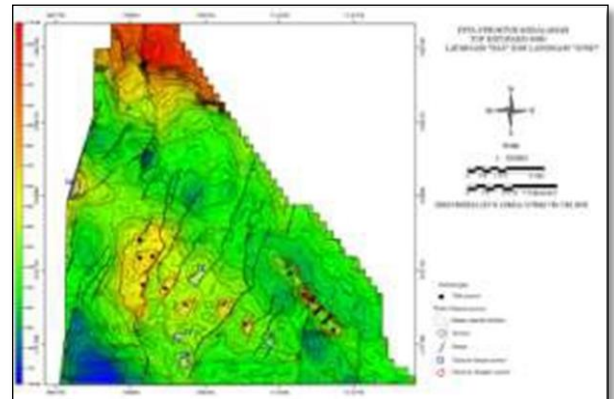


Gambar 12. Peta ketebalan *gross sand*



Gambar 13. Peta ketebalan *net sand*

5	Three way -dip
6	Four way -dip
7	Three way -dip
8	Three way -dip
9	Three way -dip
10	Four way -dip
11	Four way -dip
12	Three way -dip
13	Three way -dip



Gambar 14. Peta bentuk geometri

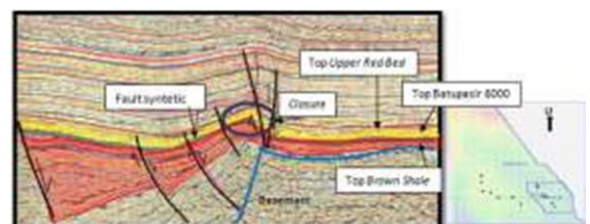
PERANGKAP HIDROKARBON

Berdasarkan peta struktur kedalaman *Top*Batupasir 6000 (**Gambar 9**), dapat diidentifikasi kehadiran pola kontur menutup (*closure*) yang merupakan perangkap. Pada peta struktur kedalaman Batupasir 6000 dari hasil interpretasi terdapat 13*closure* yang masing-masing termasuk kedalam jenis perangkap struktur. Jenis perangkap dapat dilihat pada (**Gambar14**)

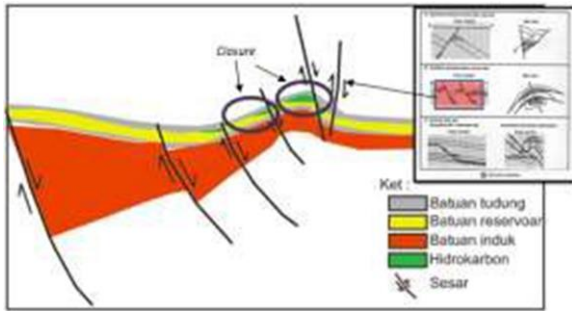
Tabel 1. Tipe Geometri Perangkap

Perangkap	Tipe Geometri
1	Three way -dip
2	Three way -dip
3	Three way -dip
4	Three way -dip

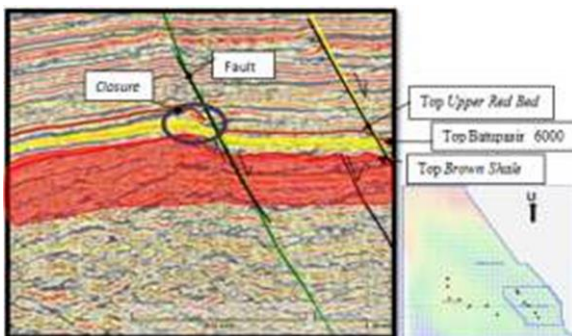
Pada daerah telitian perangkap yang berkembang merupakan perangkap struktur yang terdiri dari 3 jenis yaitu :*Syntetic detached listric normal fault* (**Gambar 15.a dan 15.b**), Kombinasi antiklin dan sesar (**Gambar 16.a dan 16.b**), dan antiklin (**Gambar 17**).



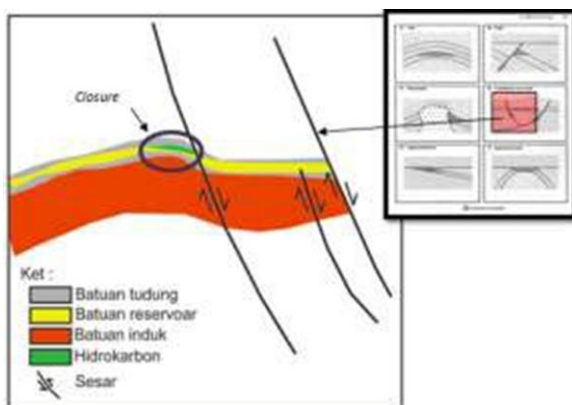
Gambar 15.a Bentuk perangkap berdasarkan kenampakan seismik



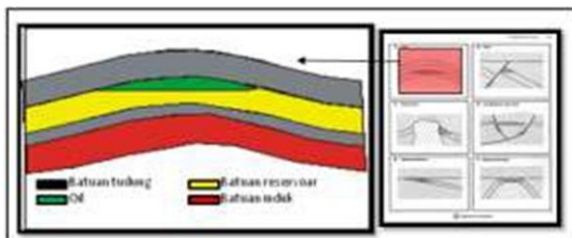
Gambar 15.b Model ilustrasi daerah telitian (Ayunda,2014) yang mengacu pada Biddle andWielchowsky (1994)



Gambar 17.a Bentukan perangkat berdasarkan kenampakan seismik



Gambar 17.b Model ilustrasi daerah telitian (Ayunda,2014) yang mengacu pada Biddle andWielchowsky (1994)



Gambar 17 Model ilustrasi daerah telitian (Ayunda,2014) yang mengacu pada Biddle andWielchowsky (1994)

PERHITUNGAN CADANGAN HIDROKARBON

Parameter yang digunakan dalam melakukan perhitungan cadangan yaitu data tersebut berupa data dari perhitungan analisa kuantitas batuan seperti porositas (Φ), saturasi hidrokarbon (S_o), Saturasi Air (S_w), Boi, dan dari reservoir.

Metode perhitungan yang digunakan adalah metode volumetrik, metode volumetrik didasarkan pada persamaan volume, data yang menunjang dalam perhitungan cadangan ini adalah porositas dan saturasi hidrokarbon.

$$OOIP = \frac{7758 \times V_b \times \Phi \times (S_o)}{Boi}$$

$$Volume = \frac{A \times h}{3}$$

Tabel 2.Perhitungan cadangan hidrokarbon

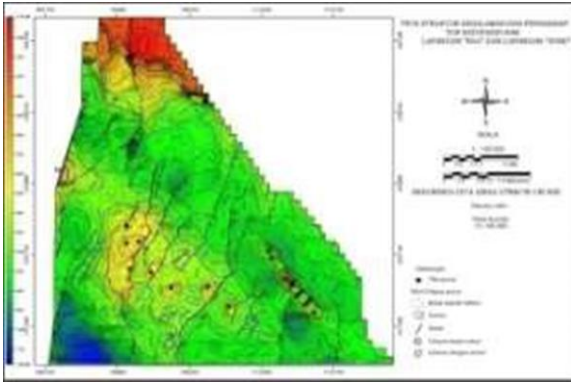
Closure	OWC	Volume (acre/feet)	Porositas (Φ)	S_o (%)	Boi	OOIP (MMSTB)
1	6212	156850	14.50%	50.00%	1.17	75.40
2	6036	23025.27	14.50%	50.00%	1.17	11.07
3	6300	98095	14.50%	50.00%	1.17	47.16
4	6180	7692	14.50%	50.00%	1.17	3.70
5	5950	1706	14.50%	50.00%	1.17	0.82
6	5880	2698.8	14.50%	50.00%	1.17	1.30
7	5766	3183.7	14.50%	50.00%	1.17	1.53
8	5672	501045	14.50%	50.00%	1.17	240.87
Jumlah						381.84

Pada daerah telitian juga terdapat 5 closure yang bisa dijadikan prospek baru, yang bisa dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui daerah itu benar memiliki prospek. Di bawah ini adalah perhitungan sumber daya yang terdapat di masing-masing closure baru yang ditemukan di Daerah RAA.

Tabel 3.Perhitungan sumberdaya hidrokarbon

Closure	Volume (acre/feet)	Porositas (Φ)	S_o (%)	Boi	OOIP (MMSTB)
9	9873	14.50%	50%	1.17	4.75
10	3424.5	14.50%	50%	1.17	1.65
11	5259.9	14.50%	50%	1.17	2.53
12	331.97	14.50%	50%	1.17	0.16
13	5730	14.50%	50%	1.17	2.75
Jumlah					11.84

Dari tabel di atas (Tabel 2 dan Tabel 3), dapat dilihat dari 13 closure dengan nilai porositas 14,5 %, nilai saturasi oil 50% dan Boi 1.17 didapatkan jumlah *original oil in place* pada Batupasir 6000 yang terletak di Daerah “RAA” adalah 381,84 MMSTB. Dan sumber daya hidrokarbon daerah telitian 11,84 MMSTB



Gambar 18. Lokasi daerah perhitungan cadangan

KESIMPULAN

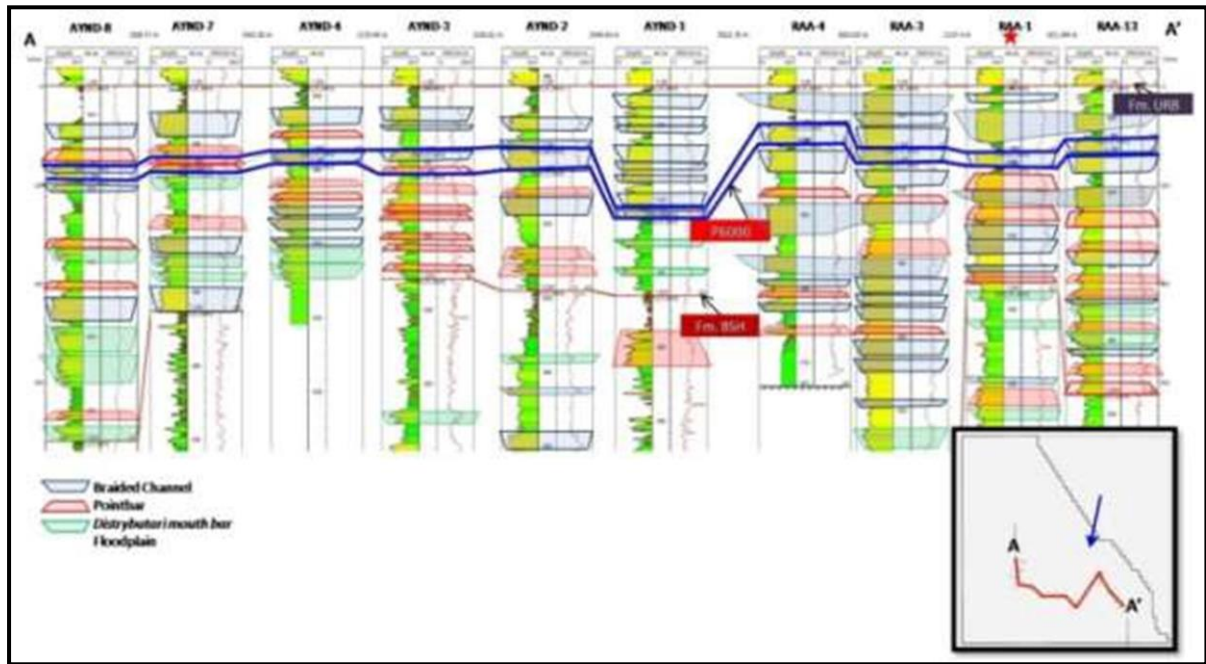
Berdasarkan hasil interpretasi yang telah dilakukan pada daerah "RAA" di Sub Cekungan Rantau dan sekitarnya, maka dapat disimpulkan:

1. Batupasir 6000 terdiri dari batupasir yang di endapkan pada sistem fluvial berupa *braided channel*.
2. Batupasir 6000 mengandung hidrokarbon berupa *oil*
3. Pola struktur dominan yang berkembang pada daerah telitian berupa sesar normal, sesar naik dan sesar mendatar dengan arah timurlaut – baratdaya, dan sesar-sesar minor dengan arah timurlaut – baratdaya, sesar inversi dengan arah baratlaut – tenggara, dan sesar yang berarah utara – selatan.
4. Tipe geometri perangkap hidrokarbon di daerah penelitian adalah perangkap empat arah (*4 way-dip closure*) dan tiga arah (*3 way-dip closure*), pada bentukan antiklin dan kombinasi antara antiklin dan sesar.
5. Cadangan hidrokarbon yang ada pada Daerah "RAA" di reservoir Batupasir 6000 berjumlah 381,84 MMSTB dan di temukan 5 daerah prospek dengan sumberdaya sebesar 11,84 MMSTB

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P., Lang, Payenberg, 2006, *Concepts and Applications of Sequence Stratigraphy*, Australian School of Petroleum, University of Adelaide.
- Biddle, Kevin T. and Wielchowsky, C.C. 1994. *Hydrocarbon Traps*, Exxon Exploration Company. Houston, Texas, U.S.A : AAPG Memoir 60
- Brown, Alistair R. 1991. *Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data 'Third Edition'*. Tulsa, Oklahoma : AAPG Memoir 42.
- David, K, Davies and Associates, 1981, *Lacustrine System*
- Dawson, W.C., Yarmanto, Sukanta, U., Kadar, D., dan Sangree, J.B.. 1997. Regional Sequence Stratigraphy Correlation Central Sumatra. PT. Chevron Pacific Indonesia, tidak dipublikasikan.

- De Coster. 1974. *The Geology of the Central South Sumatra basins*. Proc 3rd Indon Pet Assoc Ann Con. Jakarta : 77-110 Dickerson eds., AAPG Memoir 29, p. 189-198
- Emery, D. and K. J. Myers, 1996. *Sequence Stratigraphy*. BP Exploration, Stockley Park, Uxbridge, London.
- Eubank, Roger T. and Makki, 1981. A. Chaidar, "Structural Geology of the Central Sumatra Back-Arc Basin", IPA Annual Convention.
- Haun, John D & Leroy, L.W. 1958. *Subsurface Geology in Petroleum Exploration*. Colorado School of Mines : Johnson Publishing Company.
- Heidrick, T L dan Aulia, K., 1996. Regional structural geology of the central Sumatra basin, Petroleum geology of Indonesian basins, *PertaminaBPPKA Indonesia*. 13-156.
- Heidrick, T.L., dan Aulia, K., 1993. *A structural and tectonic model of the coastal plains block, Central Sumatra basin, Indonesia, Proceedings of the Indonesian Petroleum Association*, 22/1, 285-317.
- Koesoemadinata, R.P. 1978. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Bandung : ITB.
- Mertosono S. dan Nayoan G.A.S.. 1974. The Tertiary Basinal Area Of Central Sumatra. *Indonesian Petroleum Association, Proceedings 3th Annual Convention*, Jakarta, p. 63-76.
- Nichols, Gary. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy 'Second Edition'*. West Sussex : Wiley-Blackwell Ltd.
- Rider, Malcolm. 1996. *The Geological Interpretation of Well Logs 'Second edition'*. Sutherland : Rider-French Consulting Ltd.
- Vekeen, P.C.H., 2007, *Seismic Stratigraphy, Basin Anlysis, and Reservoir Characterization*, volume 37, Elsevier Ltd, Amsterdam.
- William, H.H., P.A. Kelley, J.S. Janks, R.M. Christensen, 1985. *The paleogen rift basin source rock of central sumatra*, IPA, 2006, 14th Annual Convention Proceedings, p 57-90
- Yarmanto, Edward Sitohang, Ukat Sukanta. June 1996. *Sequence Stratigraphy of Central Sumatra Basin*. PT. CPI.



Lampiran 1. Korelasi stratigrafi daerah telitian