STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN X, NORTH X, NORTH Y, Y, DAN Z, CEKUNGAN SUMATERA TENGAH BERDASARKAN ANALISIS DATA SEISMIK

KARYA TULIS ILMIAH

Oleh :

Ade Nurmasita 270110100013

UNIVERSITAS PADJADJARAN

FAKULTAS TEKNIK GEOLOGI

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI

JATINANGOR

2015

Karya Tulis Ilmiah

STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN LAPANGAN X, NORTH X, NORTH Y, Y, DAN Z, CEKUNGAN SUMATERA TENGAH BERDASARKAN ANALISIS DATA SEISMIK

Disusun oleh :

Ade Nurmasita 270110100013

Jatinangor, Oktober 2015

Telah disetujui oleh:

Pembimbing

Dr. Ir. Iyan Haryanto, MT.
NIP. 196304241991011001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geologi,

Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,

Dr. Yoga Andriana Sendjaja, ST. M.Sc.
NIP. 197210101999031002

Struktur Geologi Bawah Permukaan Lapangan X, North X, North Y, Y, dan Z, Cekungan Sumatera Tengah Berdasarkan Analisis Data Seismik

Ade Nurmasita[1], Iyan Haryanto[2], Nurdrajat[2]

[1]Student at the Dept. Of Geological Engineering, Padjadjaran University, Jatinangor,Sumedang
[2]Lecturer at the Dept. Of Geological Engineering, Padjadjaran University, Jatinangor,Sumedang

SARI

Daerah penelitian merupakan gabungan dari lima lapangan kecil yang berada di Cekungan Sumatera Tengah dengan posisi memanjang searah Utara – Selatan. Cekungan ini dibatasi oleh Pegunungan Barisan pada sebelah Barat Daya, sedangkan ke arah Timur Laut dibatasi oleh paparan Sunda. Batas tenggara cekungan ini yaitu Pegunungan Tigapuluh dan batas cekungan sebelah barat laut yaitu Busur Asahan. Terdapat 4 fase tektonostratigrafi pada cekungan ini yaitu Fase *Pre-Rift* (F0), Fase *Syn-Rift* (F1), Fase *Post-Rift* (F2), dan Fase Kompresi dan Inversi (F3). Struktur geologi bawah permukaan ditentukan berdasarkan analisis dari data seismik berarah Barat – Timur. Interpretasi data seismik dan log menunjukkan daerah penelitian memiliki struktur sesar *dextral strike-slip* yang terbentuk pada fase F1 berarah Utara – Selatan. Jenis dari struktur yang berkembang adalah *flower structure* positif dan negatif. Utara daerah penelitian menunjukkan dominasi dari *flower structure* positif yang menandakan adanya sebagian fase kompresi (F3) yang terjadi.

Kata kunci: Struktur, Geologi, Tektonostratigrafi, Analisis Seismik, Sumatera Tengah

ABSTRACT

The research area is a combination of five small fields located in Central Sumatera Basin with the directional position of North to South. This basins is bounded by Barisan Mountains in the South West, and Sunda Craton in the North East. The South East boundary of this basin is Tigapuluh Mountains, and Asahan Arch in the North West. There are four tectonostratigraphic phases in this basins, the Pre-Rift Phase (F0), Syn-Rift (F1), Post-Rift (F2), and the Compression Inversion Phase (F3). Subsurface Geological Structure is determined based on the analysis of seismic line data trending West – East. The interpretation of seismic and log data indicates that the research area have a dextral strike-slip fault formed in the F1 phase with the trend of North to South. Types of structures that are developing in the area are positive and negative flower structure. Northern areas of this research shows the dominance of positive flower structure which indicates the partial occurance of compression phase (F3).

Keywords : Structure, Geology, Tectonostratigraphy, Seismic Analysis, Central Sumatera

PENDAHULUAN

Perkembangan dalam industri minyak dan gas bumi terus mengalami kemajuan yang signifikan karena adanya faktor kebutuhan yang tinggi. Kebutuhan yang tinggi ini tidak diimbangi dengan cadangan migas yang ada. Cadangan migas yang ada di Indonesia pada saat ini semakin berkurang seiring dengan berjalannya waktu. Industri migas Indonesia saat ini perlu meningkatkan upaya dalam kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pada kegiatan perindustrian minyak dan gas di Indonesia.

Keberadaan minyak dan gasbumi biasanya berada dalam suatu perangkap, sehingga eksplorasi ditujukan pada usaha pencarian perangkap yang mengisolasi keberadaan minyak dan gasbumi tersebut. Salah satu perangkap yang dikenal adalah perangkap struktur, yang merupakan perangkap awal ditemukannya kebanyakan minyak dan gasbumi. Dengan mengetahui jenis struktur yang berkembang di lapangan, akan mempermudah dalam penentuan adakah perangkap struktur pada lapangan tersebut atau tidak.

Cekungan Sumatera Tengah merupakan cekungan sedimentasi tersier penghasil hidrokarbon terbesar di Indonesia. Cekungan ini dibatasi oleh Pegunungan Barisan pada sebelah Barat Daya, sedangkan ke arah Timur Laut dibatasi oleh paparan Sunda. Batas tenggara cekungan ini yaitu Pegunungan Tigapuluh yang sekaligus memisahkan Cekungan Sumatera Tengah dengan Cekungan Sumatera Selatan. Adapun batas cekungan sebelah barat laut yaitu Busur Asahan, yang memisahkan Cekungan Sumatera Tengah dari Cekungan Sumatera Utara (Gambar 1). Untuk mengetahui kondisi struktur geologi yang berpotensi sebagai jebakan minyak dan gas bumi dilakukan penelitian struktur geologi bawah permukaan menggunakan data seismik di cekungan Sumatera Tengah.

GEOLOGI REGIONAL

Cekungan Sumatera Tengah merupakan cekungan belakang busur (*back-arc basin*) yang relatif memanjang Barat Laut – Tenggara. Secara umum, keadaan tektonostratigrafi dari Cekungan Sumatera Tengah (Gambar 2) dapat digambarkan dalam 4 fase utama (Heidrick dan Aulia, 1996). Keempat fase tektonik ini adalah :

1) **Fase *Pre-Rift,*** merupakan fase deformasi F0 yang terdiri dari batuan dasar (*basement*) dengan orientasi NW – SE dan NNW – SSE.
2) **Fase *Syn-Rift,*** merupakan fase deformasi dimana terjadi ekstensi

dan diendapkannya Kelompok Pematang pada Eosen Awal – Oligosen Akhir. Terjadinya *rifting* sepanjang rekahan batuan dasar membentuk struktur *graben* dan *half-graben* yang diikuti reaktivasi struktur tua yang terbentuk pada fase deformasi F0. Struktur yang berkembang pada fase ini merupakan sesar *Strike-slip* berarah Baratlaut – Tenggara dan Utara – Selatan.

3) **Fase *Post-Rift,*** Merupakan fase deformasi F2 (*sagging phase*) dimana secara umum pada Miosen Awal – Miosen Tengah, Cekungan Sumatera Tengah mengalami penurunan sehingga terjadi transgresi. Dimulai dengan berhentinya proses *rifting* pada F1 dan dilanjutkan fase amblesan dan deformasi dengan arah *stepover* menganan dan mengiri. Pergerakan mendatar menganan pada elemen *stepover* menganan menghasilkan pola struktur transtensional dan elemen *stepover* mengiri menghasilkan pola struktur transpresional. Penampang seismik memperlihatkan bahwa struktur transtensional dan transpressional dicirikan oleh sesar normal, sesar naik, dan lipatan berhubungan dengan *flower structure* negatif dan positif.

4) **Fase Inversi,** dimulai dengan melambatnya penurunan cekungan dan perubahan dari transgresi menuju regresi. Fase deformasi F3 ini merupakan fase dimana terjadinya inversi serta kompresi yang menghasilkan struktur sesar yang berasosiasi dengan lipatan. Sesar naik yang terbentuk merupakan reaktivasi dari fase deformasi F2. Struktur pada fase deformasi F3 memiliki arah Baratlaut – Tenggara, dan juga merupakan fase diendapkannya Formasi Petani.

Berdasarkan Eubank dan Makki (1981) dalam Heidrick dan Aulia (1993), stratigrafi regional cekungan Sumatera Tengah terbagi kedalam beberapa kelompok (Gambar 3) yaitu Kelompok Pematang, tersusun oleh batulempung, serpih karbonat, batupasir halus dan batulanau yang diendapkan pada fase tektonik ekstensional (*rift*) pada awal Eosen – akhir Oligosen dengan geometri *half graben*; Kelompok Sihapas, tersusun oleh batuan klastika lingkungan *fluvial – deltaic* sampai laut dangkal. Pengendapan kelompok ini berlangsung pada Miosen Awal – Miosen Tengah. Terdiri dari lima formasi dari umur tua

ke muda yaitu Formasi Menggala, Formasi Bangko, Formasi Bekasap, Formasi Duri, dan Formasi Telisa; Formasi Petani, menggambarkan fase regresif dari siklus pengendapan Cekungan Sumatera Tengah, tersusun dari serpih abu-abu kehijauan dengan sisipan batupasir dan lanau diendapkan pada Miosen Tengah – Pleistosen; dan Formasi Minas, endapan kuarter yang diendapkan tidak selaras di atas Formasi Petani. Formasi Minas terdiri dari kerikil, pasir dan lempung yang merupakan endapan fluvial-aluvial yang diendapakan dari zaman Plistosen hingga kini.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dititikberatkan pada metode analisis data sumur dan data seismik. Korelasi sumur dilakukan untuk menentukan batas interval setiap *top* formasi pada daerah penelitian. Analisis ini didasari pada data gamma ray dan dilakukan dengan pendekatan sikuen stratigrafi. Selain ini analisis ini dilakukan untuk mengetahui distribusi lateral pada daerah penelitian.

Analisis data seismik dilakukan untuk menginterpretasi penyebaran horizon serta struktur geologi bawah permukaan beserta jenis perangkap pada reservoir sebagai tempat akumulasi dari hidrokarbon. Pada analisis data seismik akan dilakukan beberapa tahapan yaitu tahap observasi data, penelusuran refleksi atau interpretasi horizon juga patahan, dan penyajian hasil interpretasi. Dalam melakukan penarikan horizon, dilakukan tahap *well-seismic tie* (Gambar 4) yang telah disediakan untuk menentukan posisi horizon berdasarkan interpretasi log sumur.

HASIL PENELITIAN

KORELASI DATA SUMUR

Daerah penelitian merupakan gabungan dari lima lapangan kecil dengan posisi yang berdekatan (Gambar 5). Diurut dari Utara menuju Selatan, susunan lapangan tersebut adalah Lapangan North X, Lapangan X, Lapangan North Y, Lapangan Y, dan Lapangan Z. Berdasarkan posisi sumur maka korelasi posisi ditarik dengan arah dominan Utara – Selatan, pada penarikan tersebut terdapat 9 korelasi yang berarah Utara – Selatan. 4 korelasi berarah Timurlaut – Baratdaya, 1 korelasi berarah Baratlaut – Tenggara, dan 1 korelasi berarah Barat – Timur.

Korelasi bagian atas formasi pada tiap sumur dilakukan untuk menentukan batas-batas antar formasi pada setiap sumur. Hasil korelasi ini dapat digunakan sebagai data penunjang dalam analisis

struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian. Korelasi ini memiliki arah dominan Utara – Selatan, sesuai dengan arah korelasi posisi sumur. Dari hasil korelasi top formasi, didapat 4 formasi yang dominan pada daerah penelitian, yaitu Formasi Bekasap, Formasi Bangko, Formasi Menggala, dan Formasi Pematang (Gambar 6). Hasil korelasi juga menunjukkan bahwa semakin kearah Selatan posisi dari tiap formasi semakin tinggi, dan terdapat 4 sesar yang mempengaruhi perbedaan ketinggian pada korelasi. Selain itu secara regional lapangan tidak terlihat adanya penipisan pada formasi *post-rift* dari Utara menuju Selatan. Pada formasi Pematang terdapat perbedaan ketebalan dibanding dengan formasi lainnya, hal ini menunjukkan bahwa formasi Pematang terbentuk pada fase *syn-rift*.

ANALISIS DATA SEISMIK

Hasil penarikan seismik dari Utara menuju Selatan memperlihatkan bahwa secara keseluruhan lapangan, struktur yang berkembang merupakan *flower structure* positif pada bagian Utara dan berubah menjadi negatif *flower strucutre* pada bagian Selatan daerah penelitian (Gambar 7). Pada seismik inline 2001 (Gambar 8) memperlihatkan adanya sesar normal yang terdapat pada bagian Utara dari daerah penelitian, sesar ini terbentuk pada fase *syn-rift*. Pola *flower strucutre* positif yang terbentuk hanya pada bagian Utara daerah penelitian menunjukkan adanya sebagian pengaruh kompresi (fase F3) pada bagian Utara daerah penelitian, sehingga menyebabkan perubahan bentuk dari *flower structure* negatif menjadi positif.

Dalam penarikan struktur, dominasi patahan berumur F2 dan F3, dimana patahan tersebut terbentuk di Formasi Pematang dan tereaktivasi hingga Formasi Bekasap. Dapat disimpulkan bahwa struktur yang berkembang di daerah penelitian merupakan hasil dari reaktivasi fase deformasi F1.

STRUKTUR KEDALAMAN FORMASI BEKASAP

Menggambarkan keadaan struktur dan horizon yang berkembang pada Formasi Bekasap atau pada saat fase F2. Ketinggian daerah penelitian berkisar dari 3440 kaki hingga 4720 kaki. Terdapat 1 sesar utama yaitu sesar normal dan sesar minor dengan arah Utara – Selatan. Secara keseluruhan lapangan, sesar berarah NNE – SW. Di bagian tengah dari keseluruhan lapangan terdapat penurunan yang membentuk adanya *transtension* (Gambar 9).

Berdasarkan *Riedel shear*, jenis struktur yang berkembang adalah *dextral strike-slip*, dengan arah tegasan Baratlaut – Tenggara. Sesar *strike-slip* ini terdiri dari *flower structure* negatif yang terbentuk pada fase F1, dan sebagian berubah menjadi pola positif pada bagian Utara daerah penelitian akibat adanya kompresi dari fase F3.

STRUKTUR KEDALAMAN FORMASI PEMATANG

Menggambarkan keadaan struktur dan horizon yang berkembang pada Formasi Pematang atau pada saat fase F1. Ketinggian daerah penelitian berkisar dari 4160 kaki hingga 5440 kaki. Terdapat 1 sesar utama dan beberapa sesar minor dengan arah Utara – Selatan, dimana sesar tersebut semakin kearah Selatan semakin bergeser kearah kanan (Gambar 10).

Berdasarkan *Riedel shear*, jenis struktur yang berkembang adalah *dextral strike-slip*, dengan arah tegasan Baratlaut – Tenggara. Struktur pada Formasi Bekasap yang merupakan fase F2 atau *post-rift* dan Formasi Pematang yang merupakan fase F1 atau *syn-rift* menunjukkan arah struktur yang hampir sama. Hal tersebut menunjukkan struktur yang ada pada fase F2 merupakan hasil reaktivasi dari struktur pada fase deformasi F1.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan berbagai data pada Lapangan North X, X, North Y, Y, dan Z, maka ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

- Berdasarkan interpretasi data seismik yang diteliti, terdapat 1 sesar utama yaitu sesar normal yang terbentuk pada fase F1 dan beberapa sesar minor berarah Utara – Selatan pada daerah penelitian
- Jenis struktur yang berkembang pada daerah penelitian adalah *dextral strike-slip* yang terdiri dari *flower structure* positif dan negatif
- Struktur pada Formasi Bekasap dan Pematang menunjukkan struktur yang relatif sama, menunjukkan bahwa struktur reaktivasi tersebut merupakan hasil dari fase deformasi F1, namun ada beberapa struktur yang tidak tereaktivasi pada fase deformasi F2
- Bagian Utara daerah penelitian didominasi oleh *flower structure* positif dan berubah menjadi negatif kearah Selatan,

menunjukkan adanya sebagian pengaruh fase kompresi (F3) pada bagian Utara

DAFTAR PUSTAKA

Arif, A. Fachrudin. 1995. *Petunjuk Penulisan Laporan Pemetaan Geologi Pendahuluan, Usulan Penelitian, dan Skripsi*, Jurusan Geologi, Jatinangor.

Boggs, Sam, Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, second edition. Prentice Hall Englewood Cliffs, New Jersey.

De Coster, G.L. 1974. *The Geology of The Central and South Sumatera Basin*, Proceedings Indonesian Petroleum Association 3rd Annual Convention, Jakarta.

Heidrick, T.L. dan Aulia, K. 1993. *A Structural and Tectonic Model of The Coastal Plain Block, Central Sumatera Basin, Indonesia*, Proceedings Indonesian Petroleum Association 22th Annual Convention, Jakarta.

Himpunan Mahasiswa Geologi, Universitas Padjadjaran. 2010. *Diktat Responsi*. Himpunan Mahasiswa Geologi, Universitas Padjadjaran, Tidak Diterbitkan, 157 h.

Koesoemadinata, 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*. Penerbit ITB.

Nichols, G. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*. Second Edition. Blackwell Science Ltd, London.

Selley, R. 1985. *Elements of Petroleum Geology*. Second Edition. Academic Press, California.

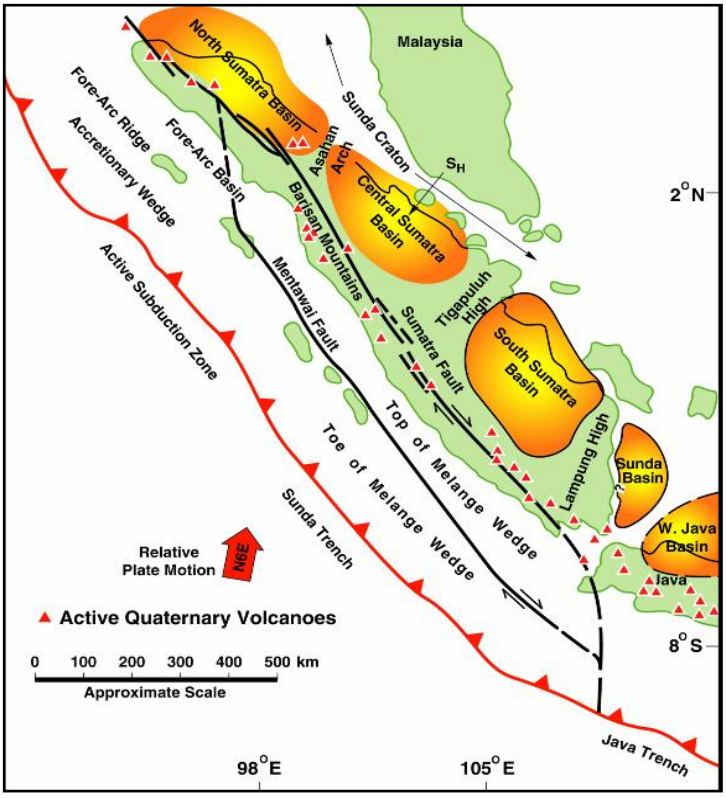
Selley, R. 2000. *Applied Sedimentology*. Second Edition. Academic Press, California.

Sheriff, R.E. 1985. *Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics.* Society of Exploration Geophysicist.

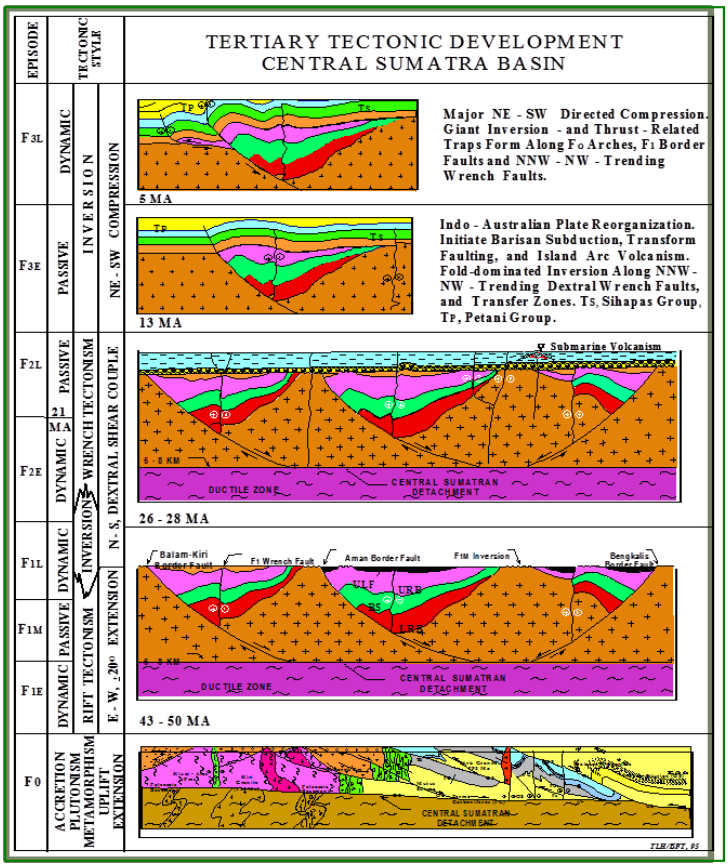
Soebari, Oeke. 2001. *Prinsip-prinsip Seismik*, Diktat Kuliah MIGAS, UNPAD.

Wibowo, R.A., 1995, Pemodelan Termal Sub-Cekungan Aman Utara Sumatra Tengah, Bidang Studi Ilmu Kebumian – Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, Tidak dipublikasikan.

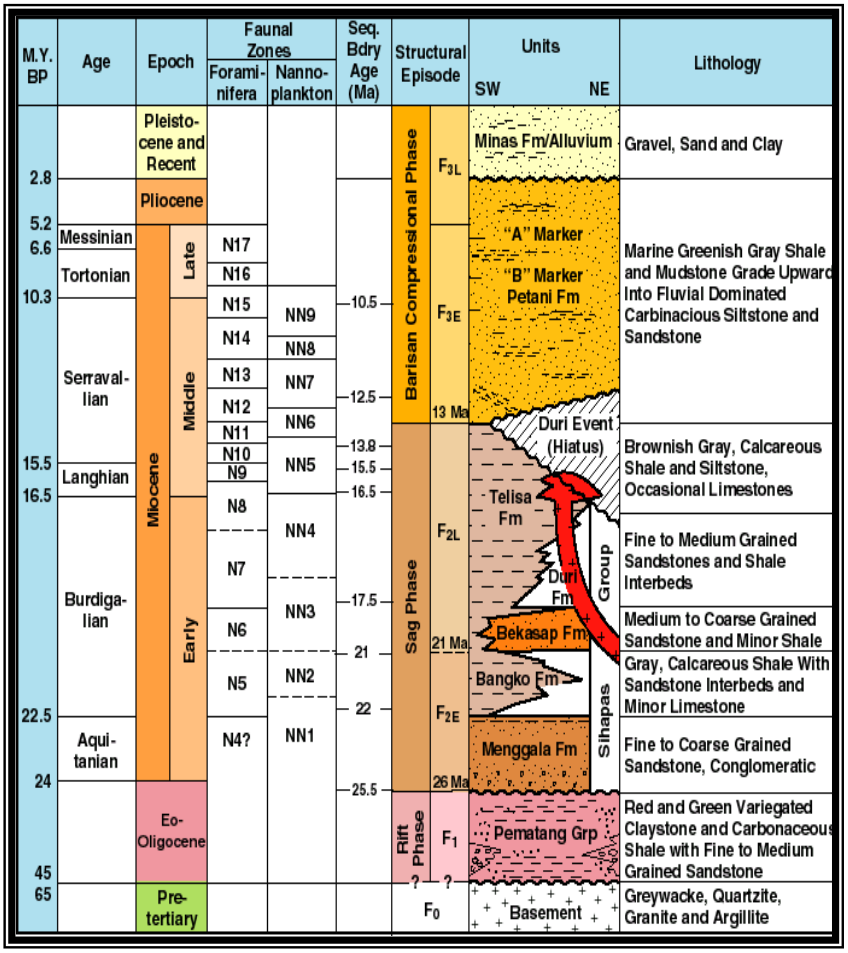
Williams, H.H., dkk. 1985. *The Paleogene Rift Basin Source Rocks of Central Sumatera*, Proceedings Indonesian Petroleum Association 14th Annual Convention, Jakarta.



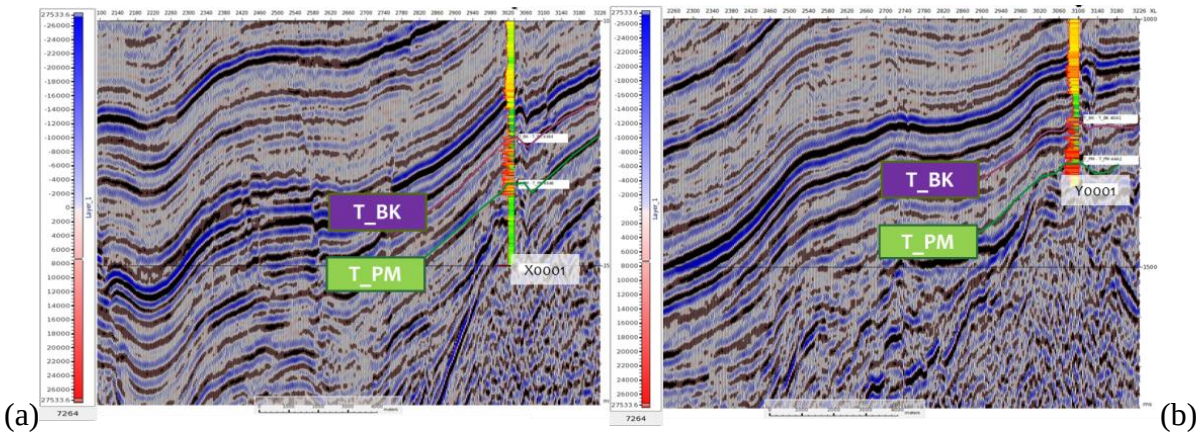
Gambar 1. Fisiografi regional Cekungan Sumatera Tengah (Modifikasi Heidrick dan Aulia, 1993)



Gambar 2. Tektonostratigrafi Cekungan Sumatera Tengah (Heindrick dan Aulia, 1996)

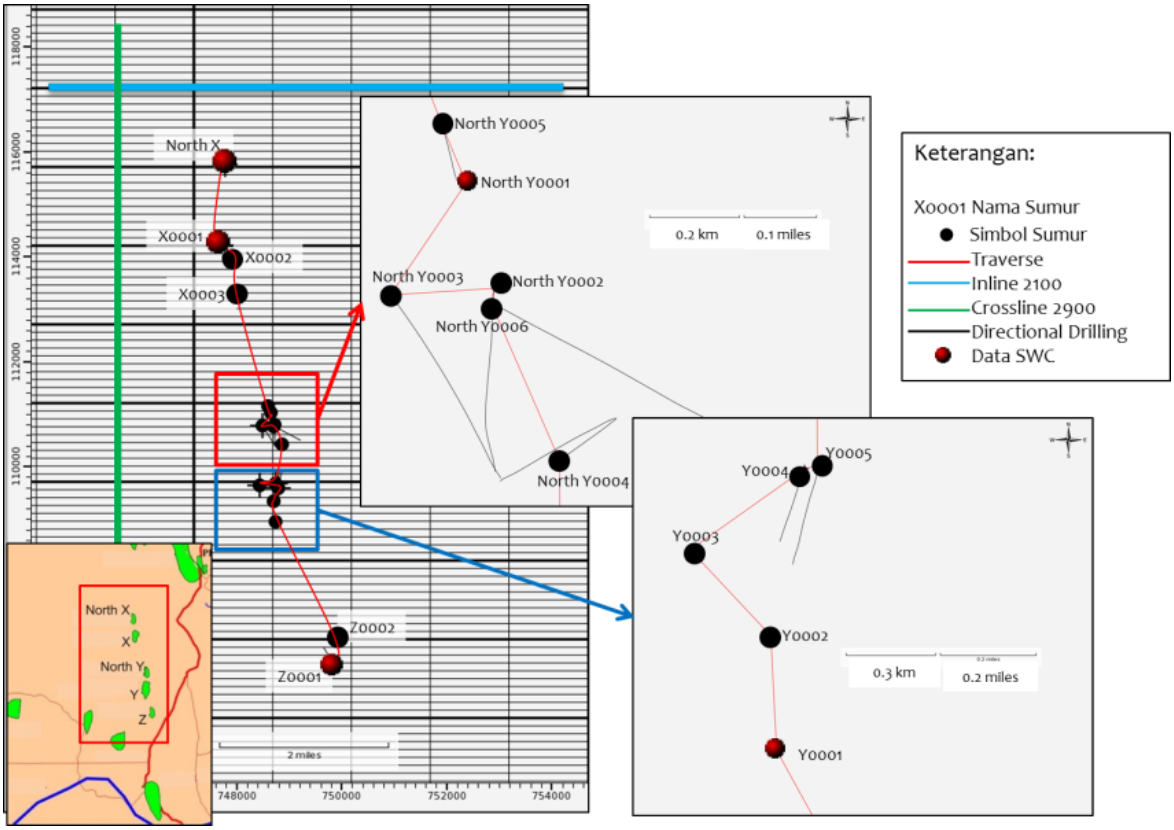


Gambar 3. Stratigrafi Regional Cekungan Sumatera Tengah (Eubank dan Makki, 1981; Heidrick dan Aulia, 1993)

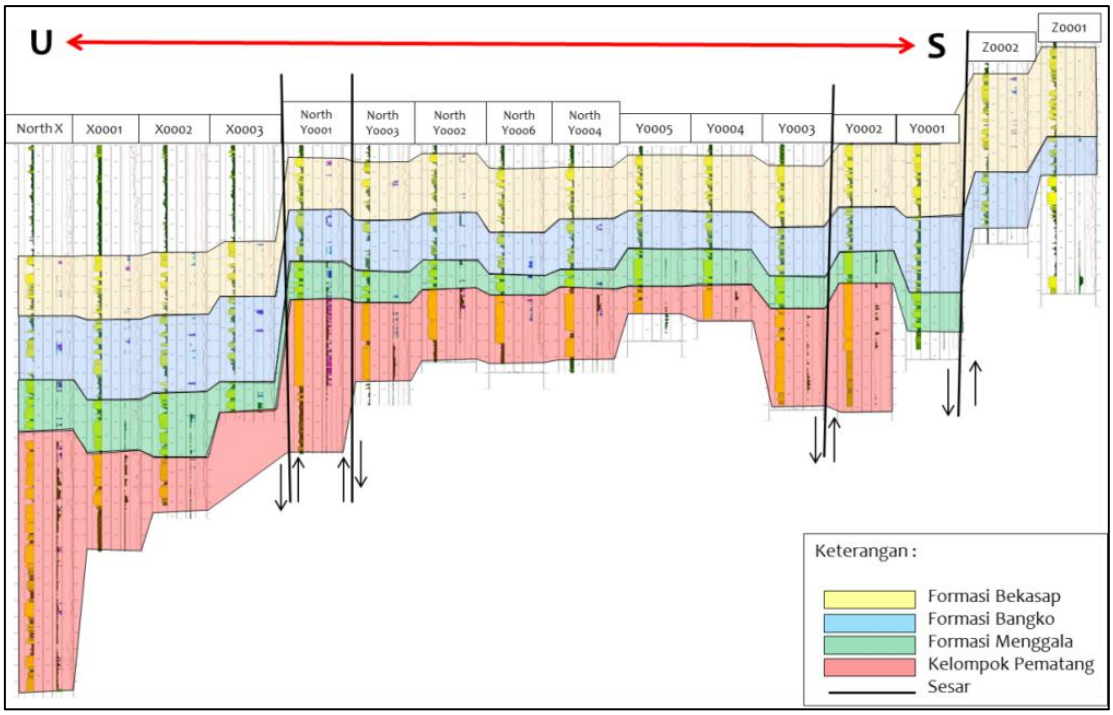


(a) (b)

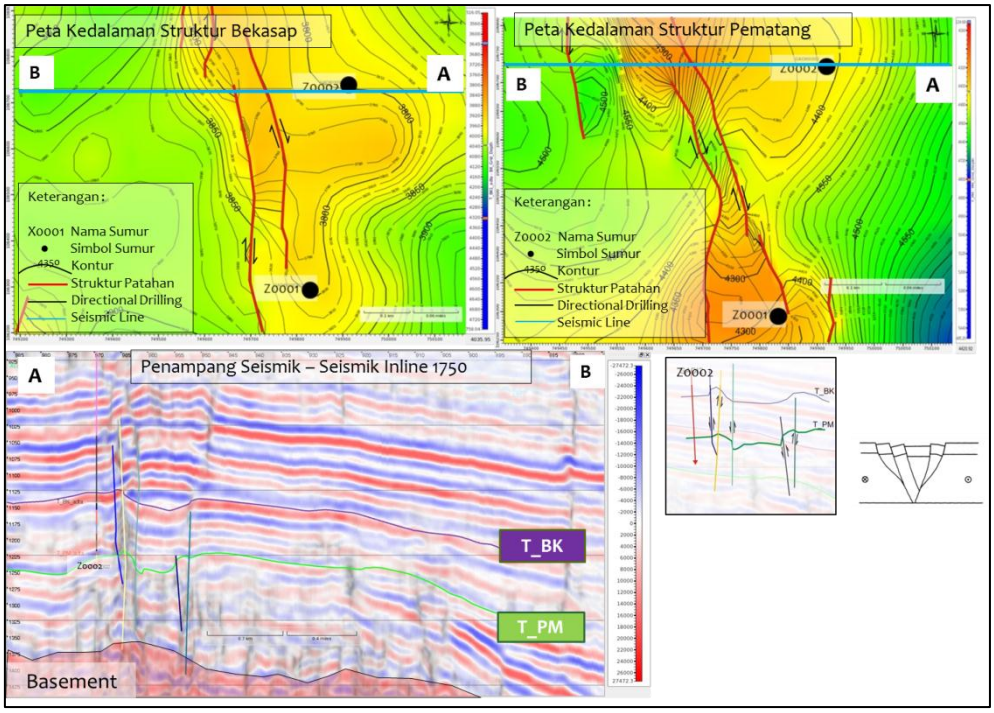
Gambar 4. (a) *well-seismic tie* sumur X0001, **(b)** *well-seismic tie* sumur Y0001 (PT. Chevron Pacific Indonesia)



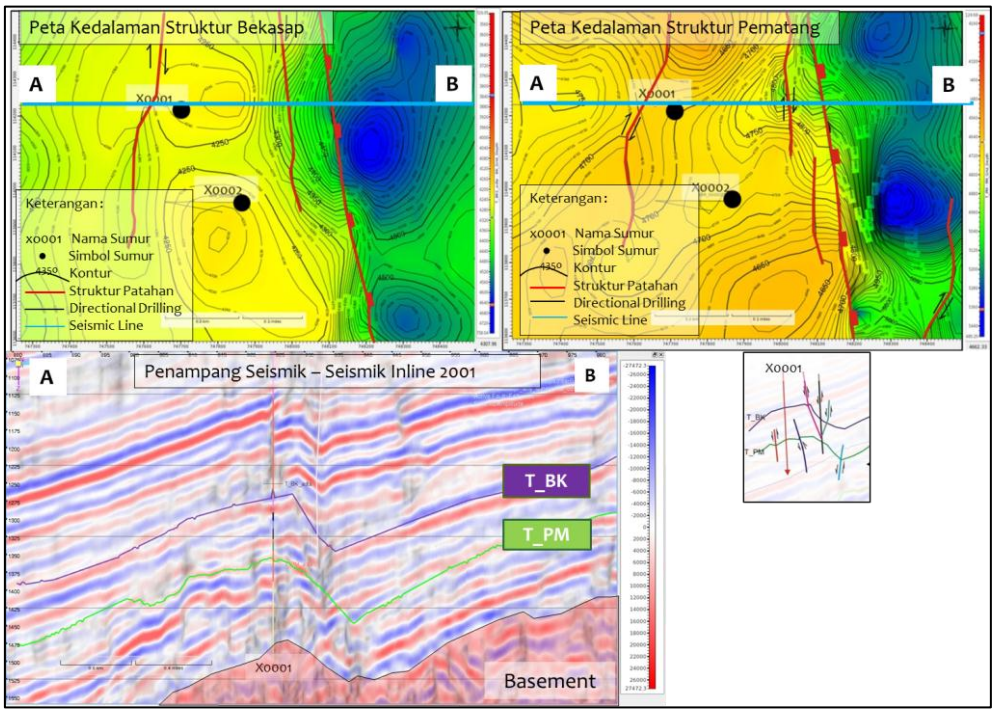
Gambar 5. Korelasi Posisi Sumur



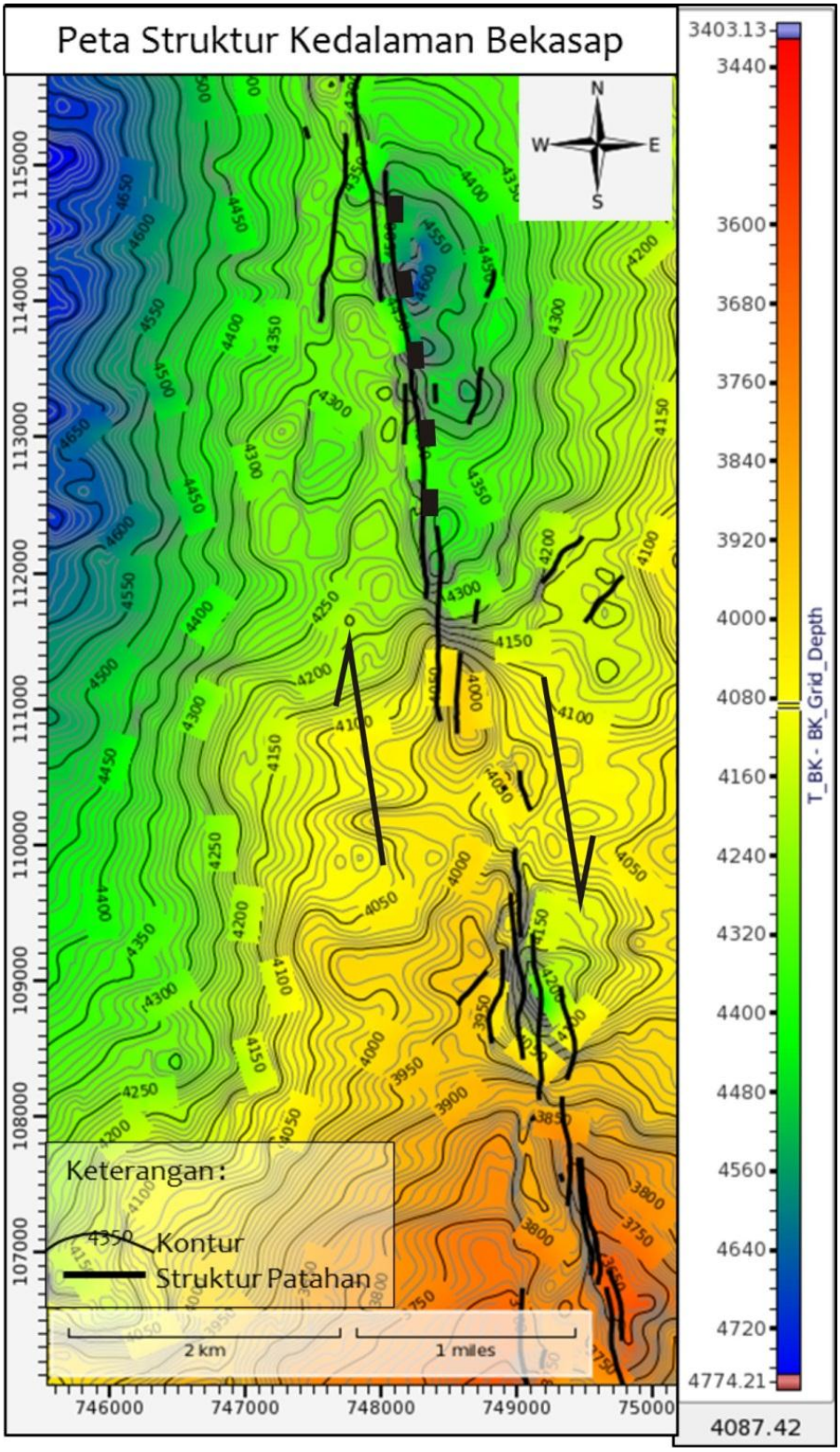
Gambar 6. Korelasi *Top* Formasi Berarah Utara – Selatan



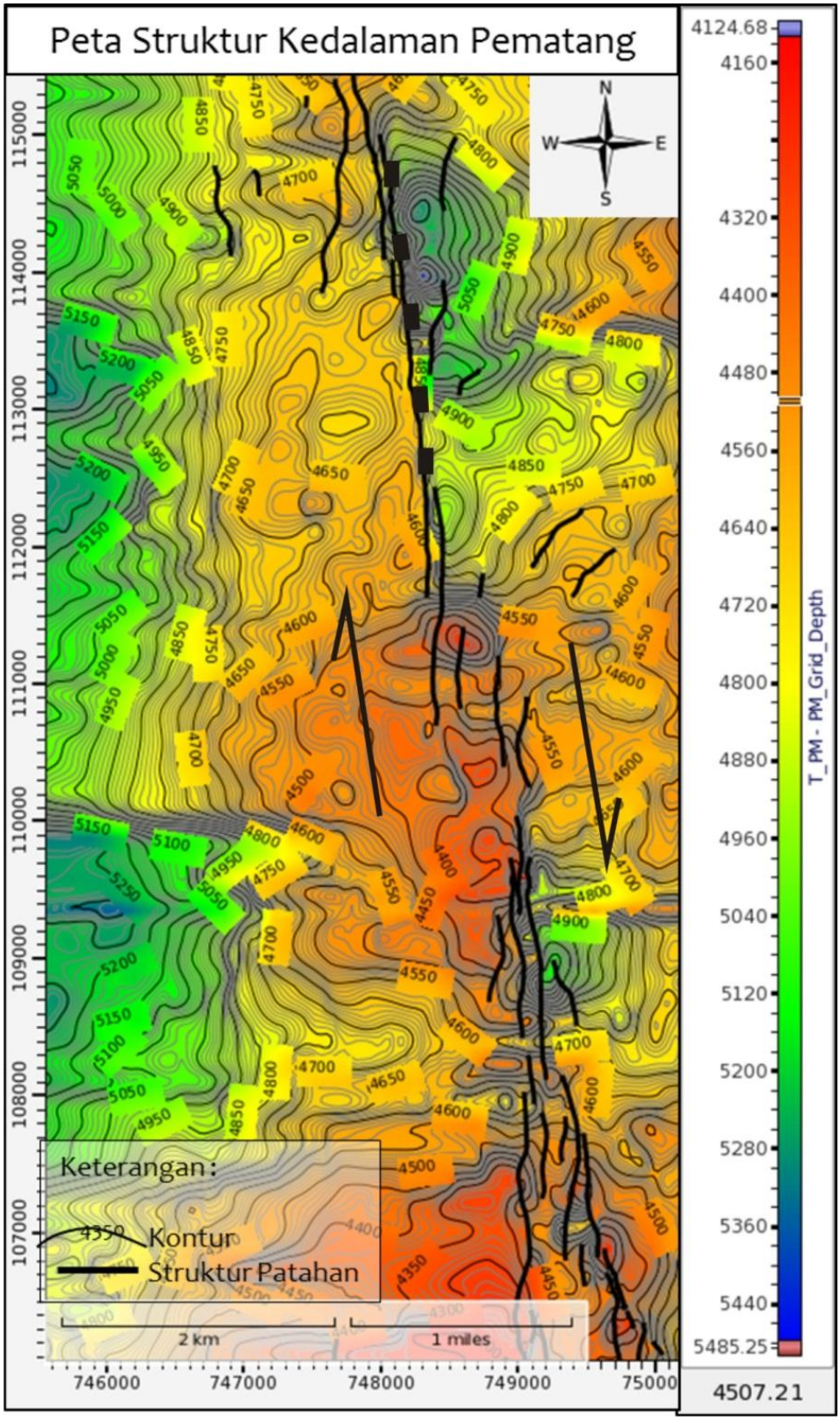
Gambar 7. Penampang Seismik pada Line 1750



Gambar 8. Penampang Seismik pada Line 2001



Gambar 9. Peta Struktur Kedalaman Formasi Bekasap



Gambar 10. Peta Struktur Kedalaman Formasi Pematang