

**Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra  
Satelit dan *Digital Elevation Model* (DEM) Sungai  
Siak, Tualang dan Sekitarnya Sebagai  
Pertimbangan Pengembangan  
Pembangunan Wilayah**

*Indications Fault Structure Based on Satellite Imagery Data and  
Digital Elevation Model (DEM) River Siak, Tualang Area As  
Development considerations Regional development*

**Tiggi Choanji**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau  
Jl. Kaharuddin Nasution 113 Pekanbaru-28284

---

**Abstrak**

Struktur patahan dapat ditunjukkan dengan adanya indikasi yang berupa pola kelurusan sungai, adanya *offset* litologi, dan lainnya. Berdasarkan data citra satelit dan *digital elevation model* terdapat kemunculan indikasi adanya struktur patahan pada daerah tualang dan sekitarnya. Hal ini terlihat dari kelurusan Sungai Siak. Anomali ini sangat terlihat jelas pada pola aliran sungai yang menunjukkan perubahan signifikan pada daerah hulu yang berbentuk meander / berkelok kemudian berubah seketika menjadi bentuk *straight*/ lurus. Hal ini menunjukkan adanya indikasi struktur patahan. Berdasarkan kenampakan citra satelit terlihat adanya *offset* perbukitan yang bergeser dengan pergerakan patahan. Hal ini juga didukung dengan data pendukung kerangka tektonik cekungan sumatera tengah yang menandakan adanya fase kompresi selama Oligosen Tengah sampai Miosen Tengah dengan arah tegasan Utara – Selatan dan mengalami reaktivasi pada pliosen – pleistosen. Hal ini diharapkan menjadi perhatian bagi daerah – daerah yang akan dilalui patahan tersebut berkaitan dengan pengembangan pembangunan, karena setiap pergerakan lempeng terjadi bisa mereaktivasi patahan tersebut dan mempengaruhi daerah – daerah disekitarnya.

---

**Abstract**

*The fault structure can be shown by several indication such as pattern of alignment of the river, the offset lithology, and others. Based on data from satellite imagery and digital elevation models there are emergence of indications of faults structure in the Tualang Area and its surroundings, It is seen from the lineament of the Siak river, these anomalies are very clearly shown in the flow pattern of the river that showed significant changes in upstream areas which start from meanders type of channel and then changed instantly into straight shape as an indication of fault structure.*

*Based on feature on satellite image, there are shifting hills by fault movement. This is also supported by a tectonic framework of Central Sumatran Basin, which indicates the compression phase during Middle Oligocene to Middle Miocene with trend towards North - South direction and reactivated in the Pliocene - Pleistocene. It has to be considered for the regional development in the area which will be affected by the fault structure, because every movement of the plates can reactivate the fault and affects the surrounding areas.*

---

### **Pendahuluan**

Struktur patahan di Sumatra berkembang mulai dari pra tersier hingga periode plisen – pleistosen. Tektonik saat ini di Sumatra Tengah terutama di Daerah Riau dan sekitarnya sangat dipengaruhi oleh subduksi lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia. Dengan kisaran rata – rata 60 mm/tahun (Prawirodirdjo dan Bock, 2004) pergerakan lempeng terus terjadi. Hal ini dapat memicu pergerakan patahan – patahan yang telah lama ada dan menyebabkan terjadinya gempa. Berdasarkan peta geologi regional Cekungan Sumatera Tengah memiliki struktur patahan yang menerus hingga ke permukaan dan terus mengalami pergerakan. Maka hal ini diperkirakan dapat mempengaruhi kondisi pembangunan di atas permukaan, terutama pada daerah penelitian.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk melihat adanya indikasi kemunculan struktur – struktur patahan pada daerah penelitian yang terletak di Daerah Tualang dan Sekitarnya sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan pembangunan di wilayah tersebut.

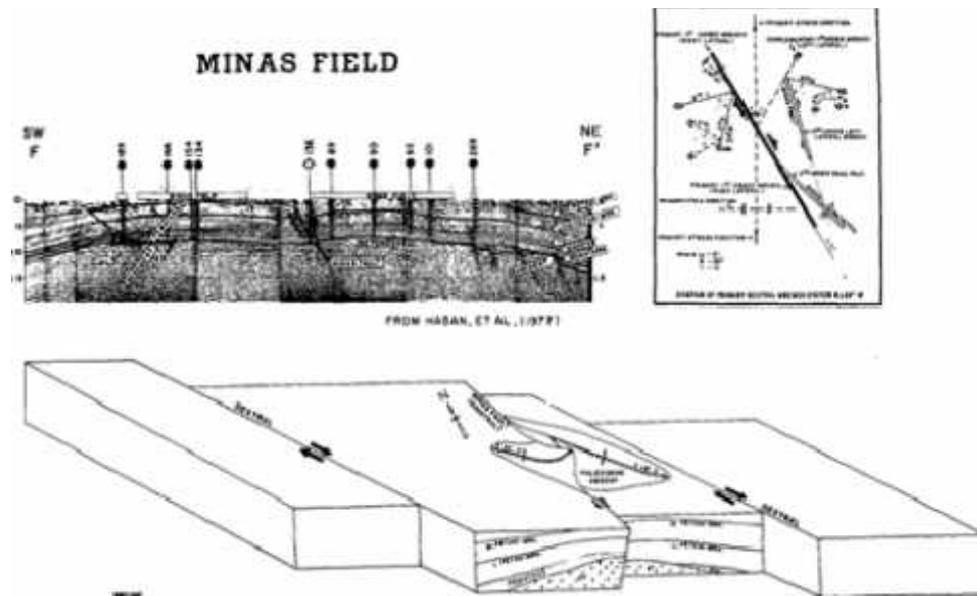
### **Geologi Regional**

Cekungan Sumatra Tengah merupakan cekungan busur belakang yang berkembang di sepanjang tepi barat dan selatan Paparan Sunda terletak di barat daya Asia Tenggara. Unit fisiografi dengan arah barat laut merupakan fenomena pada zaman Kenozoikum Akhir yang menghasilkan Busur Asahan dengan arah timur laut (NNE), Tinggian Lampung dan Tinggian Tigapuluh berarah timur-timur laut (ENE). Busur dan tinggian ini

bergabung membagi daratan Sumatra menjadi Cekungan Sumatra Utara, Cekungan Sumatra Tengah, dan Cekungan Sumatra Selatan. Cekungan Sumatra Tengah, di sebelah barat daya dibatasi oleh uplift Bukit Barisan, di sebelah barat laut oleh Busur Asahan, di sebelah tenggara dibatasi oleh Tinggian Tigapuluh, dan di sebelah timur laut oleh Kraton Sunda (Mertosono & Nayoan, 1974).

Pola struktur di Cekungan Sumatra Tengah dicirikan oleh blok-blok patahan. Sistem blok-blok patahan mempunyai orientasi sejajar arah utara – selatan membentuk rangkaian Horst – Graben. Cekungan Sumatra Tengah ini mempunyai dua arah struktur utama, yaitu yang lebih tua berarah cenderung berarah NNW – SSE dan yang lebih muda berarah NW – SW. Sistem patahan blok yang terutama berarah Utara – Selatan, membentuk suatu seri horst dan graben, yang mengontrol pola pengendapan sedimen Tersier Bawah, terutama batuan – batuan yang berumur Paleogen (Mertosono dan Nayoan, 1974). Struktur yang berarah ke Utara berasosiasi dengan orientasi Pre -Tersier yang ditemukan di Semenanjung Malaysia. Ini adalah struktur yang mempengaruhi arah pengendapan batuan berumur Paleogen. Struktur yang berarah Baratlaut, yang berumur lebih muda dari struktur Tersier, mengontrol susunan struktur saat ini. Keduanya mempengaruhi pengendapan sedimen Tersier, pertumbuhan struktur Tersier dan sesar berikutnya. Cekungan Sumatra tengah mempunyai 2 (dua) set sesar yang berarah utara-selatan dan baratlaut – tenggara diperkirakan berumur Paleogen, se-





**Gambar 2.** Skema blok diagram ilustrasi patahan mendatar sinistral yang dipicu oleh sesar dekstral (Eubank dan Makki, 1981).

### Metode



**Gambar 3.** Metode Penelitian.

Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan diantaranya adalah penggunaan data citra satelit dan da-

ta digital elevation model SRTM 90 m yang digunakan dalam menunjukkan adanya pola – pola kelurusan yang terindikasi sebagai patahan. Kemudian data DEM tersebut diolah dengan menggunakan filter untuk

memperlihatkan kenampakan kelurusan – kelurusan secara lebih mendetil. Penggunaan data citra satelit dan peta geologi digunakan dalam menjustifikasi penarikan data kelurusan – kelurusan dengan metode visual, sehingga gabungan kedua data tersebut dapat menghasilkan peta kelurusan yang diperkirakan menunjukkan indikasi adanya struktur patahan pada daerah penelitian.

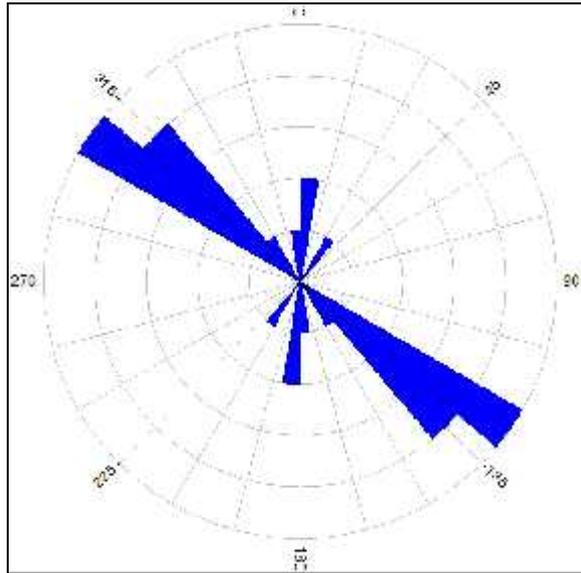
Selanjutnya dilakukan perhitungan trend pola kelurusan dengan menggunakan *rose diagram* untuk mengetahui seberapa banyak besaran data dan arah kelurusan yang muncul. Metode ini juga dilakukan dengan pengecekan kondisi lapangan terhadap indikasi kemunculan patahan ini.

### **Hasil Penelitian**

Pembentukan patahan normal selama masa periode pembentukan cekungan pada fase F1 berkembang di sepanjang daerah penelitian (Eubank dan Makki, 1981). Fasa tersebut berlanjut dengan pembentukan sesar – sesar mendatar pada waktu Eosen ( $\pm 55.8$  jt tahun yang lalu) akibat tumbukan lempeng india terhadap lempeng eurasia berefek pada pembentukan sesar – sesar dekstral di Pulau Sumatra pada Fase F2. Khusus

untuk daerah tualang dan sekitarnya pengaruh sesar dekstral tersebut terjadi, hanya saja yang terbentuk adalah pola – pola struktur antitetik dari patahan mendatar mengangan/ dekstral tersebut, Sehingga mengakibatkan pembentukan patahan mendatar mengiri sebagai hasil dari adanya transpresi dan sesar – sesar normal yang merupakan produk ekstensional. Jika mengikuti model skema patahan mendatar harding, maka arah yang terbentuk dari sesar/patahan normal tersebut akan berarah relatif tegak lurus terhadap sumbu lipatan.

Setelah pembentukan periode transpresi dan transtensional pada fase F2, proses reaktifasi sesar – sesar lama kembali terjadi akibat tumbukan lempeng indo-australia yang menumbuk lempeng eurasia terutama sunda land dengan arah gaya berarah timurlaut – baratdaya pada fase F3 (Pliosen – Pleistosen). Hal ini menyebabkan aktifasi sesar dan pembentukan antiklin – antiklin yang terpatahkan oleh adanya reaktivasi tersebut. Hal ini terlihat pada trend struktur yang terbentuk daerah penelitian yang menunjukkan arah relatif tenggara – baratlaut dan utara – selatan (gambar 4).



**Gambar 4.** Trend struktur daerah penelitian dalam *rose diagram*.

**Tabel 1.** Data kemunculan indikasi patahan pada daerah Tualang dan Sekitarnya

No	Nama	Start		End		Azimuth ( <sup>o</sup> )	Length (km)
		X ( <sup>o</sup> E)	Y ( <sup>o</sup> N)	X ( <sup>o</sup> E)	Y ( <sup>o</sup> N)		
1	Fault - 1 (Sinistral)	101.59	0.59	101.72	0.78	39.21	26.6
2	Fault - 2 (Dekstral)	101.36	1.05	101.81	0.74	124.08	51.225
3	Fault - 3 (Dekstral)	101.12	0.81	101.31	0.6	116.3	25.54
4	Fault - 4 (sinistral)	101.36	0.95	101.38	0.57	358.59	40.211
5	Fault - 5 (Sinistral)	101.5	0.88	101.48	0.55	180.11	30.2

**Tabel 2.** Data terbentuknya lipatan berdasarkan peta geologi permukaan

No	Nama	Start		End		Axial line ( <sup>o</sup> )	Length (km)
		X ( <sup>o</sup> E)	Y ( <sup>o</sup> N)	X ( <sup>o</sup> E)	Y ( <sup>o</sup> N)		
1	Antiklin -1	101.26	0.87	101.37	0.78	127.99	16.176
2	Antiklin -2	101.35	0.9	101.41	0.8	149.45	12.949
3	Antiklin -3	101.37	0.91	101.44	0.83	135.765	11.795
4	Antiklin -4	101.39	0.79	101.54	0.7	121.4	19.739
5	Antiklin -5	101.49	0.7	101.48	0.64	186.67	5.394
6	Antiklin -6	101.5	0.78	101.61	0.69	137.32	21.647
7	Antiklin -7	101.75	0.59	101.88	0.44	133.3	17.174
8	Antiklin -8	101.45	0.97	101.9	0.48	135.65	43.134
9	Antiklin -9	101.87	0.71	101.98	0.62	126.34	15.941

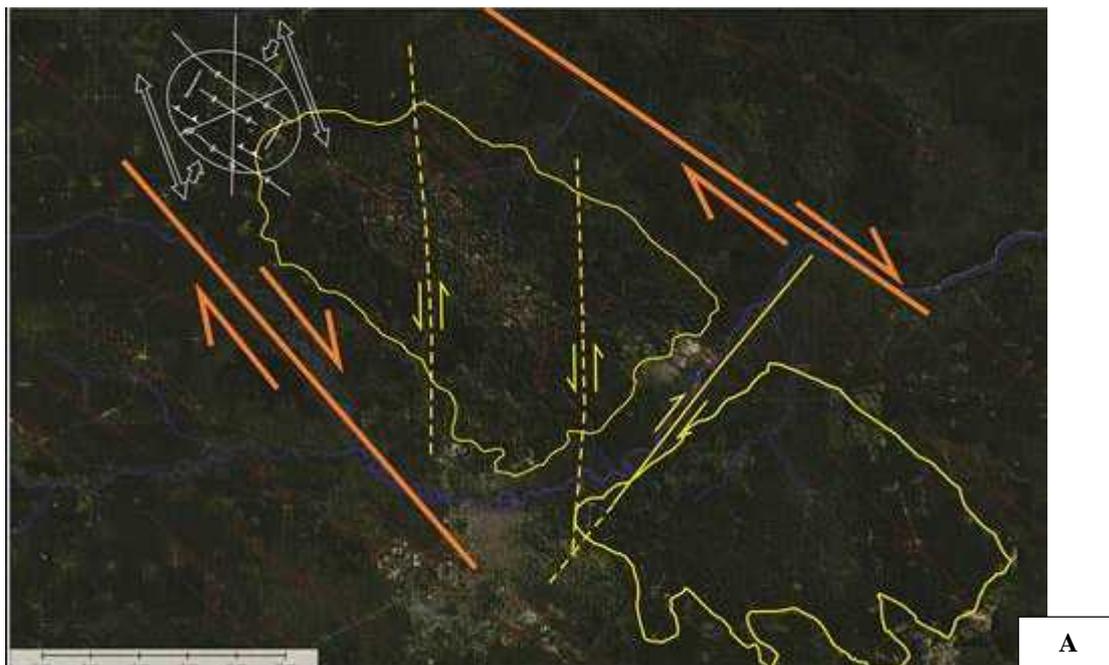
### Indikasi Struktur Patahan Berdasarkan Data Citra Satelit ( Tiggi Choanji )

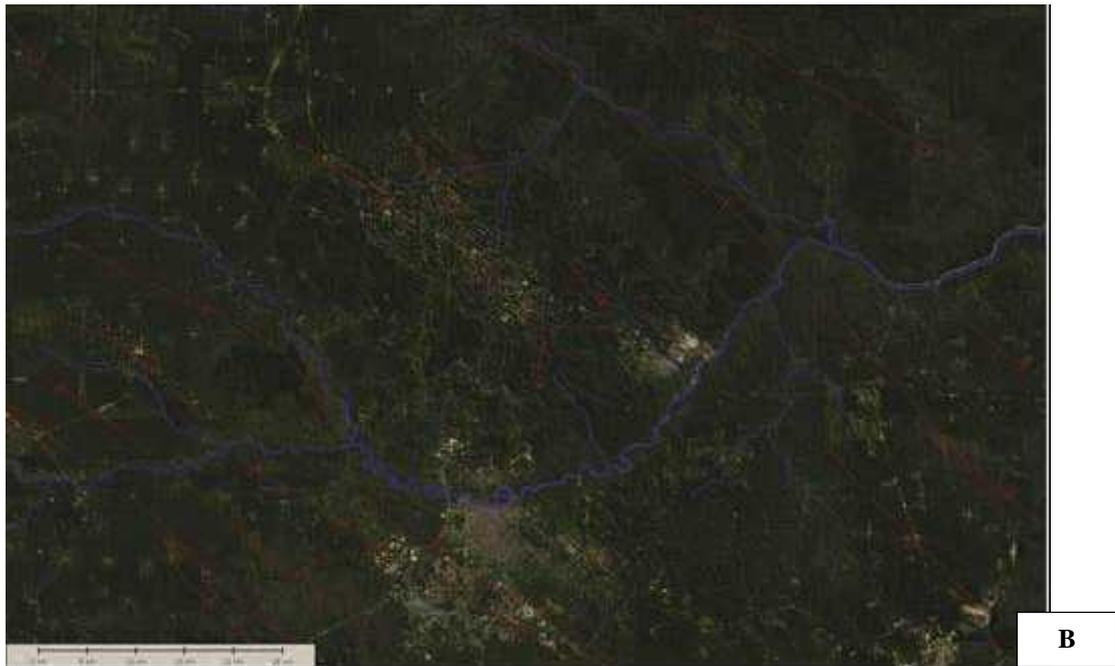
Berdasarkan pengamatan citra satelit yang dioverlay dengan data *digital elevation model* (DEM), terlihat beberapa indikasi adanya patahan yang berpotensi aktif di sepanjang sungai Siak pada daerah Tualang dan sekitarnya. Hal ini didasari didasarkannya beberapa indikasi yang ditemukan diantaranya sebagai berikut :

1. Adanya lineament yang menandakan pola kelurusan struktur berdasarkan model struktur patahan mendatar.
2. Pola kelurusan sungai (straight) yang sangat tidak umum ditemukan di sungai siak, berdasarkan van Zuidam, pola ini bisa menandakan adanya patahan yang bekerja pada sungai tersebut.

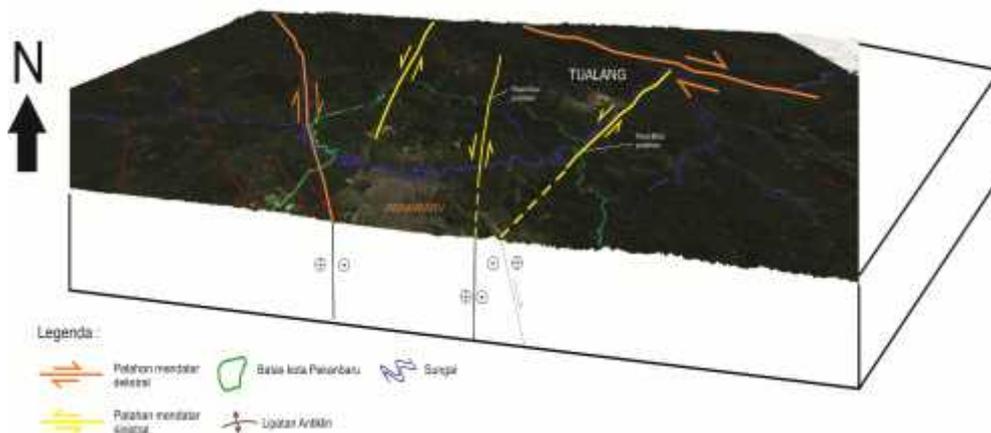
3. Tidak terbentuknya oxbow lake (danau tapal kuda) yang minim dan hampir tidak ada.
4. Indikasi kondisi jalan yang bergeser pada Jembatan Perawang yang menandakan terjadinya offset dari posisi sebelumnya.

Berdasarkan interpretasi tersebut maka diduga terdapat indikasi patahan yang masih aktif hingga saat ini. Walaupun pergerakan yang terjadi tidak signifikan, namun jika mengalami waktu pelepasan yang cukup lama dapat menimbulkan efek yang cukup besar, terutama terpicunya gempa dan mempengaruhi sarana dan prasarana yang ada di daerah tersebut.





**Gambar 3.** A. Hasil interpretasi struktur geologi B. Kenampakan sebelum dilakukan interpretasi struktur geologi.



**Gambar 4.** Skema blok interpretasi struktur geologi yang memperlihatkan adanya patahan – patahan yang berkembang pada daerah tualang dan sekitarnya.

### Pengembangan Wilayah

Dalam melakukan pengembangan wilayah baik pembuatan sarana dan prasarana umum yang berguna bagi masyarakat harus mempertimbangkan berbagai aspek politik, sosial, budaya, keamanan, lingkungan, dan faktor lainnya adalah geologi daerah sekitar. Untuk daerah tualang dan sekitarnya, perlu diperhatikan dalam pem-

angunan fasilitas – fasilitas yang berada di sekitar sungai, mengingat bahwa jalur patahan terdapat di daerah tersebut, sehingga dapat mengakibatkan potensi kerusakan yang cukup besar jika patahan tersebut tereaktivasi menjadi gempa yang sampai ke permukaan.



**Gambar 5.** A). Kondisi kenampakkan jalan di jembatan daerah tualang.  
B). Kondisi setelah diperbaiki tetap memperlihatkan adanya pergeseran.



**Gambar 6.** Lokasi Penganbilan Gambar

### Kesimpulan

Indikasi struktur patahan mendatar berdasarkan data citra satelit dan *digital elevation model* yang terdapat pada daerah tualang dan sekitarnya diantaranya adalah: fault - 1 (sinistral), fault - 2 (dekstral), fault - 3 (dekstral), fault - 4 (sinistral), fault - 5 (sinistral). Secara umum patahan ini berkembang dengan arah gaya patahan mendatar berarah baratlaut – tenggara, sehingga menghasilkan patahan normal sebagai pengaruh dari adanya pertemuan dua patahan mendatar

menganan dan menghasilkan patahan antitetik diantara kedua patahan mendatar dekstral tersebut. Khusus pada daerah tualang dan sekitarnya terdapat patahan normal yang teraktivasi menjadi patahan mendatar mengiri. Maka, adanya indikasi ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam pola pengembangan wilayah, sehingga pembangunan yang terjadi dapat terus dilakukan serta bertahan lama, dengan memonitor terus perkembangan pergerakan struktur patahan di bawah permukaan ini.

**Referensi**

- Barber., AJ, Crow, M.J., Milsom, J.S. 2005. *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. The Geological Society, London. P 95 – 136.
- Clarke, M.C.G., Kartawa, A. Djunudin, A., Suganda, E. Bagdja, M. 1982. *Peta Geologi Lembar Pakanbaru, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Eubank, R.T., dan Makki A.C., 1981, Structural geology of the Central Sumatera back-arc basin, *Proceeding Indonesian Petroleum Association*, 16th Annual Convention, p. 153-196.
- Heidrick, T.L. dan K. Aulia, 1996, A structural and tectonic model of the Coastal Plain Block, Central Sumatra Basin, *Proceeding Indonesian Petroleum Association*, 22nd Annual Convention, p. 285 – 303.
- Indarto, Yohanes B.C. 2014. Fault-Seal Analysis in Minas Field Area-1, Central Sumatra Basin. *Proceeding Indonesian Petroleum Association*, 39th Annual Convention.
- Mertosono, S. dan Nayoan G.A.S. (1974): The Tertiary Basinal Area Of Central Sumatra. *Proceedings IPA 3rd Annual Convention*, 63-76.
- Prawirodirdjo, L., dan Bock, Y.2004. Instantaneous global plate motion model from 12 years of continuous GPS observations. *Journal of Geophysical Research Atmospheres vol. 109*, 1-15.
- Pulunggono, A. dan Cameron, N.R. (1984): Sumatran microplates, their characteristics and their role in the evolution of The Central and South Sumatra Basins, *Proceedings IPA 13th Annual Convention*, 121-143.
- Yarmanto dan Aulia, K. (1998): The seismic expression of wrench tectonic Central Sumatra Basin, *IAGI*, Jakarta, 86-94.