

KONTROL STRUKTUR PADA POLA “ZIG-ZAG” ALIRAN SUNGAI KAYAN DI DAERAH PESO, KALIMANTAN TIMUR

Baharuddin dan Joko Wahyudiono

Pusat Survei Geologi
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung - 40122

SARI

Daerah Peso berada di bagian hilir Sungai Kayan, Kalimantan Timur. Daerah ini umumnya ditempati oleh sedimen tipe *flysch* Kelompok Rajang-Embaluh berumur Kapur. Satuan ini, secara tak selaras ditindih oleh batuan sedimen Tersier dan diterobos oleh batuan magmatik Tersier-Kuarter. Berdasarkan tafsiran citra *landsat*, kelurusan yang merupakan sesar utama dapat ditelusuri hingga ke luar daerah penelitian. Gabungan data citra *landsat* dan hasil analisis data kekar, sesar, dan lipatan menyimpulkan bahwa pola *zig-zag* pada aliran Sungai Kayan di daerah Peso terkait erat dengan pergerakan sesar-sesar utama. Sesar-sesar ini umumnya berarah barat laut- tenggara dan timur laut - barat daya.

Kata kunci: kontrol struktur, pola *zig-zag*, Sungai Kayan

ABSTRACT

Peso Area is situated at the downstream of Kayan River, East Kalimantan. The area is generally occupied by a flysch-type deposit of Cretaceous Rajang-Embaluh Group. The unit is unconformably overlain by the Tertiary Sediments and is intruded by the Tertiary-Quaternary magmatics. Based on interpretation of landsat imagery, lineament features which represent faults can be traced outside the studied area. Based on landsat imagery data and result of joints, fault and fold analyses, it can be concluded that the zig-zag pattern of the Kayan River at Peso area is closely related to major faults movements. These faults are generally trending NE- SW and NW-SE.

Keywords : structural control, zig-zag patterns, Kayan River

PENDAHULUAN

Daerah Kalimantan Timur yang berbatasan dengan wilayah Sarawak, belum banyak diteliti secara geologis. Pusat Survei Geologi yang melakukan Penelitian Geologi dan Magmatisme Kalimantan Timur, menemukan adanya penampakan struktur pola *zig-zag* di aliran Sungai Kayan, tepatnya di daerah Peso. Hasil penafsiran citra *landsat* dan analisis data struktur hasil pengukuran di lapangan berupa data kekar, sesar minor, dan lipatan menunjukkan adanya keterkaitan antara pola *zig-zag* aliran sungai dengan orientasi struktur yang ada.

Daerah penelitian termasuk wilayah Kecamatan Peso Hulu, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur yang dibatasi oleh koordinat 116°30' - 117°00'BT dan 02°30' - 03°00'LU (Gambar 1).

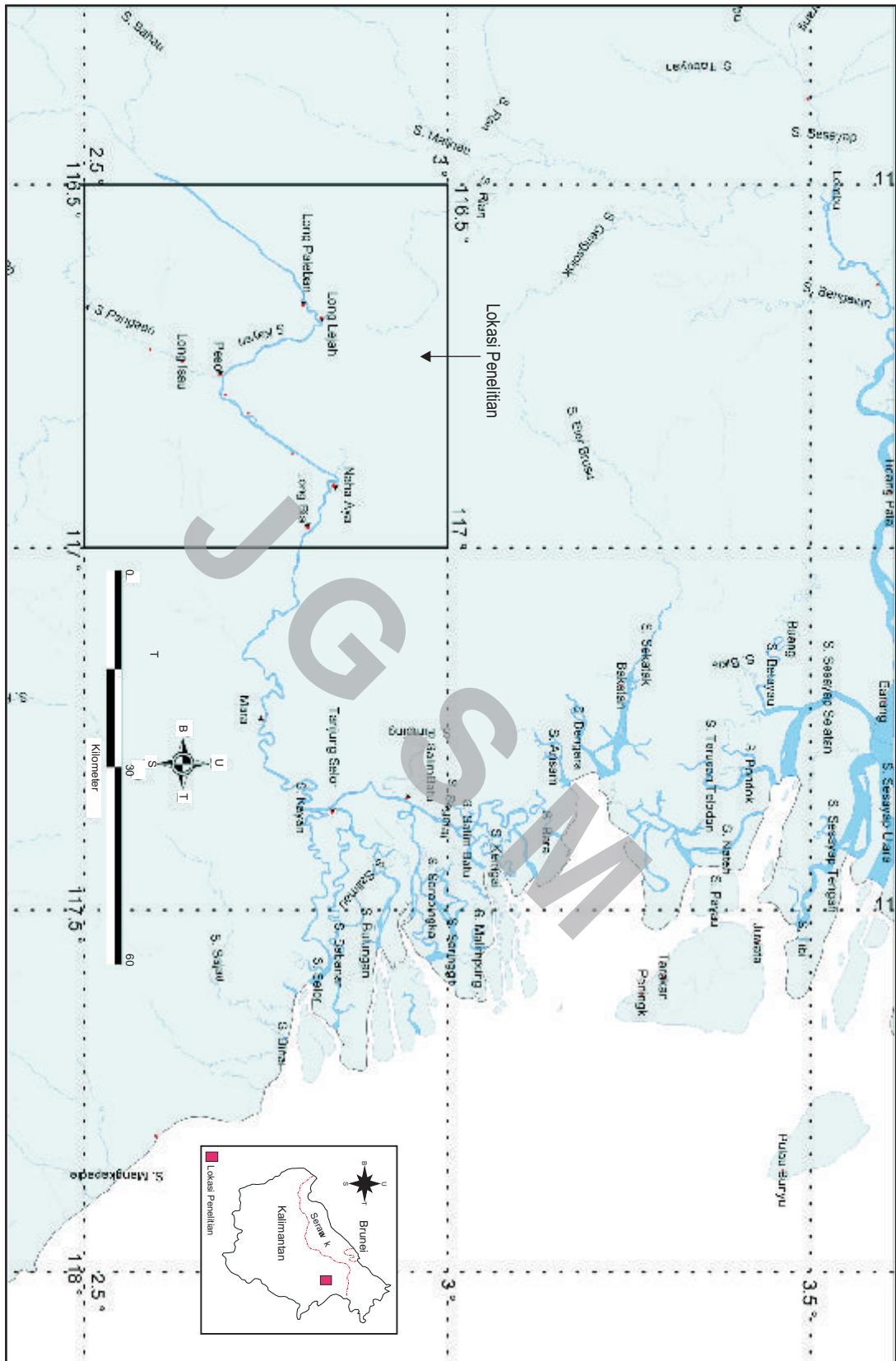
METODE

Metodologi penelitian didahului oleh penafsiran citra *landsat* yang dipadukan dengan data hasil pengukuran pada kekar, sesar, dan lipatan di lapangan. Data pengukuran lapangan dianalisis

memakai jaring stereografis *wulf net* untuk menentukan kedudukan/orientasi tegasan utama dan jaring polar net untuk mengetahui evolusi sesar. Hasil analisis diklasifikasikan menurut Klasifikasi Genetik-Kinematik (Anderson, 1951) dan Deskriptif-Geometris (Rickard, 1972), serta Konsep Tegasan Terputar dan Pembentukan Struktur Penyerta (Suryono, 1986).

TATAAN GEOLOGI

Geologi regional wilayah Kalimantan didominasi oleh batuan jenis sedimen *flysch* berumur Kapur-Paleogen, yang oleh Hutchison (1988, 1996) dan Moss *et al.* (1998) dikelompokkan ke dalam Kelompok Rajang-Embaluh. Kelompok ini terdiri atas Formasi Belaga, Formasi Lupar, dan Formasi East Crocker di wilayah Sarawak, sedangkan Kelompok Embaluh di wilayah Kalimantan dibagi menjadi Formasi Mentarang di timur dan Formasi Selangka di barat. Pembentukan batuan Kelompok Rajang-Embaluh yang merupakan endapan *flysch* telah mengundang perdebatan panjang. Hamilton (1979) dan Hutchison (1996) berpendapat bahwa batuan kelompok ini adalah bagian dari bajji akresi



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian di daerah Pesoa, Kalimantan Timur.

Kalimantan bagian utara yang terbentuk akibat kegiatan penunjaman pada Masa Kapur - Paleogen. Baji akresi ini dicirikan oleh sesar-sesar naik mengarah selatan, batuan terdeformasi kuat, dan kecenderungan umur batuan lebih muda ke arah utara. Sebaliknya Pieters *et al.* (1987) menafsirkan kelompok batuan ini sebagai endapan cekungan paparan muka (*foreland basin*). Demikian pula Moss *et al.* (1998) yang didukung oleh data penarikan dan geokimia menganggap kelompok ini terbentuk dalam suatu cekungan paparan muka (*foreland basin*) atau cekungan sisa samudra (*remnant oceanic basin*). Hutchison (1996) beranggapan bahwa batuan bancuh Boyan - Lubok Antu dan Kelompok Rajang - Embaluh berumur Kapur - Paleogen di utara adalah bagian dari baji akresi yang merupakan lajur cekungan muka (*fore-arc basin*), sedangkan Pegunungan Schwaner di selatan mewakili Lajur Magmatisme (*magmatic arc*). Kegiatan magmatisme dan sedimentasi berumur Tersier hingga Kuartar berada dalam satu lajur yang sama.

Batuan tertua yang tersingkap di daerah penelitian dan sekitarnya adalah Formasi Mentarang, Kelompok Embaluh, yang terdiri atas perselingan ritmik batuan sedimen klastika halus endapan *flysch*. Formasi ini ditindih secara tak selaras oleh batuan sedimen Tersier Sembakung dan diterobos oleh batuan magmatik, di antaranya batuan Gunung Api Jelai dan batuan Gunung Api Metulang (Gambar 2).

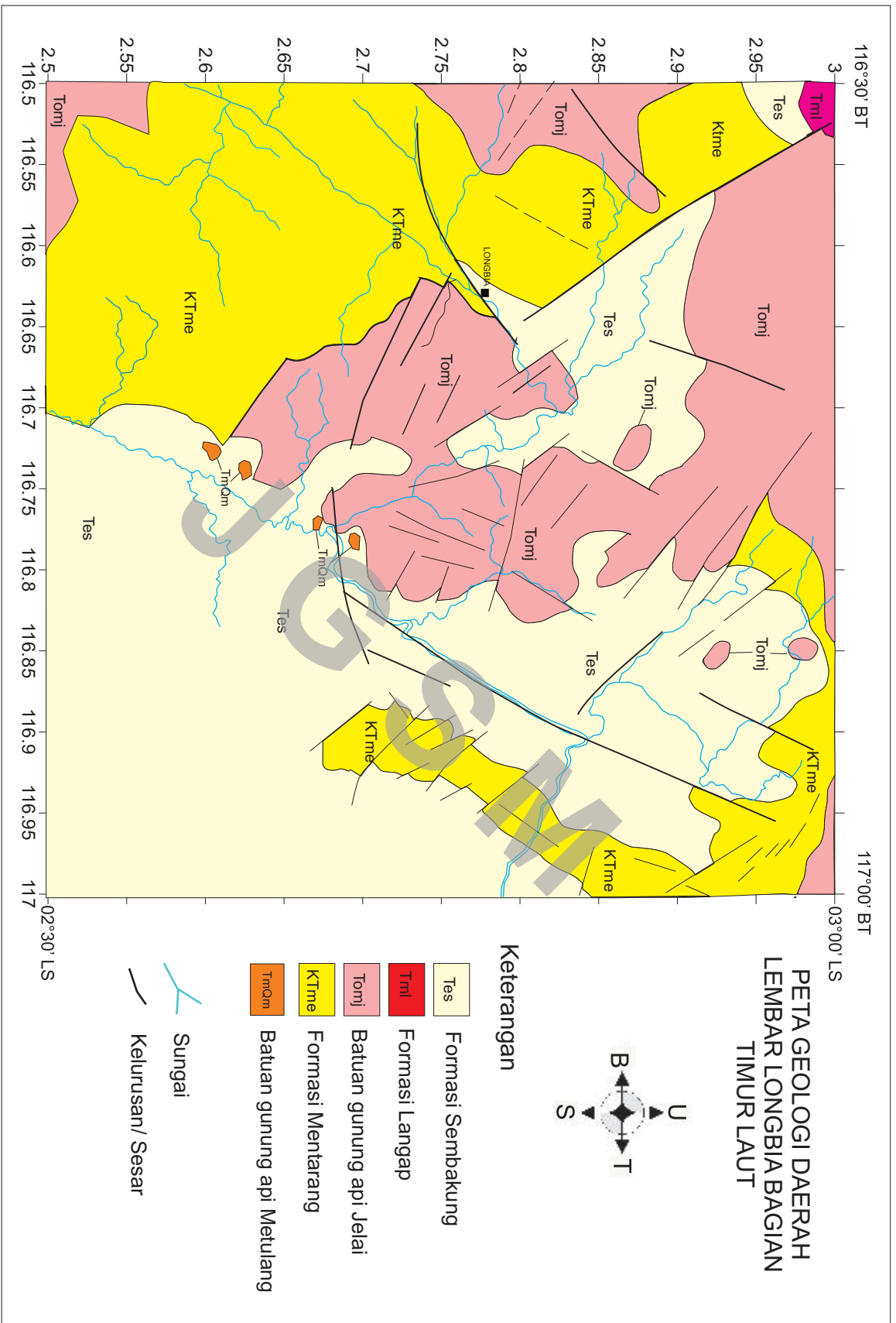
PEMBAHASAN

Analisis citra *landsat* dipakai untuk menafsirkan penampakan struktur geologi secara regional (Bachri, dalam persiapan). Hasil tafsiran citra *landsat* Kalimantan Timur menunjukkan adanya pola umum struktur berupa kelurusan yang berarah barat laut - tenggara serta timur laut - barat daya. Kelurusan berarah barat laut - tenggara menerus hingga ke bagian tengah Sulawesi (Gambar 3 & 4), dan merupakan kelanjutan dari sistem Sesar Palu-Koro. Sebaliknya kelurusan yang mengarah barat daya - timur laut, dapat ditelusuri hingga ke wilayah Kalimantan Tengah. Kelurusan barat daya - timur laut ditafsirkan sebagai sistem sesar yang dikenal sebagai Lajur Mineralisasi Kalimantan Timur - Tengah yang berhubungan dengan Orogen Dayak berumur Neogen (Simandjuntak, 2004). Data anomali gaya berat (Nasution, 2005, komunikasi lisan) menunjukkan adanya anomali gaya berat negatif di bagian barat sesar, dan sebaliknya anomali gaya berat positif muncul di bagian timur. Hal ini

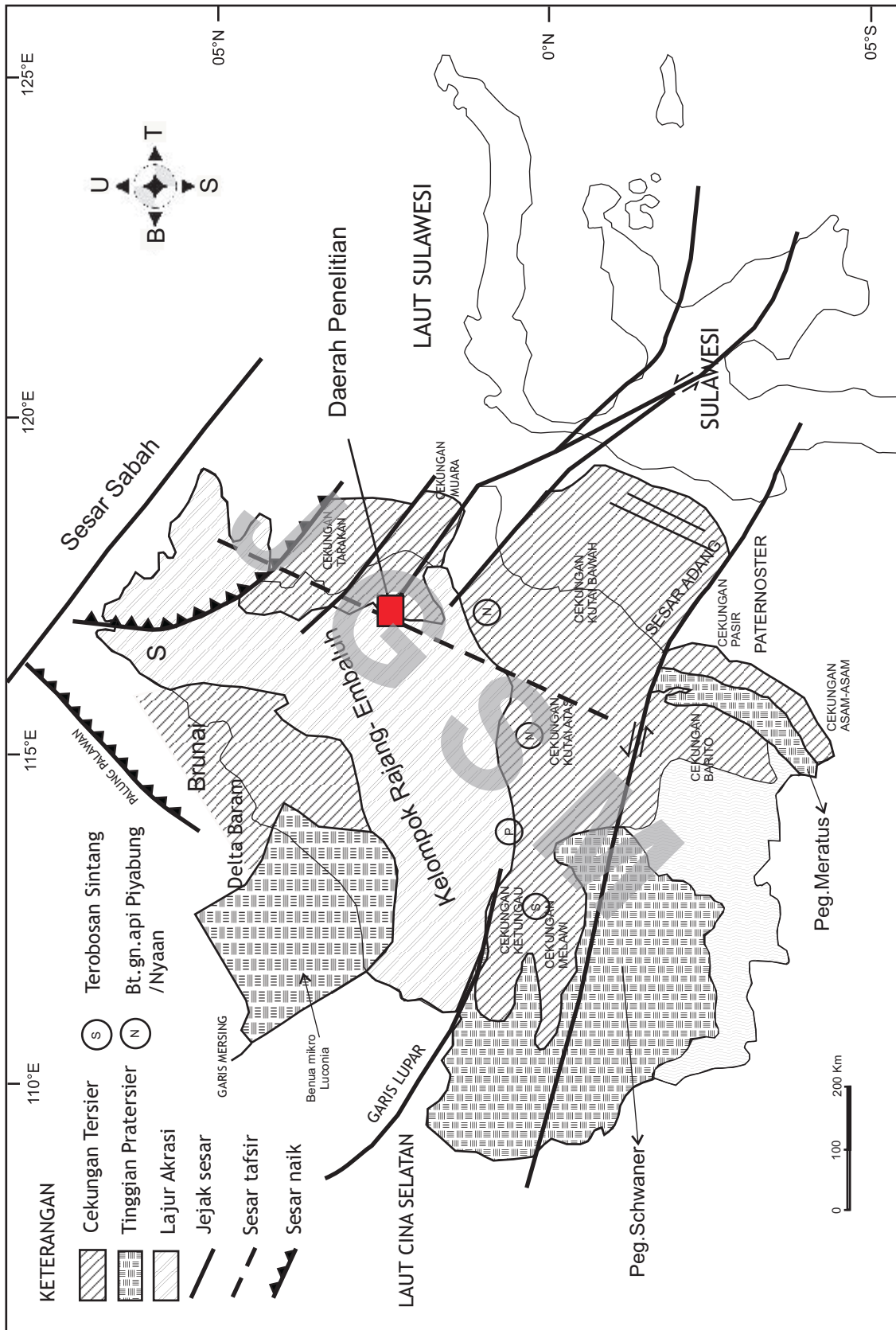
mengindikasikan adanya pengangkatan relatif blok bagian timur terhadap blok bagian barat.

Analisis citra *landsat* daerah Peso dan sekitarnya menunjukkan perpotongan sesar-sesar yang membentuk sudut kecil ($<90^\circ$) antara sesar Sungai Kayan berarah tenggara-barat laut dengan sesar Sungai Pangean yang berarah timur laut - barat daya di daerah Peso. Data hasil pengukuran di lapangan berupa bidang perlapisan, sesar, kekar, dan lipatan pada batu sabak/batu lanau Formasi Mentarang (Foto 1a-b) serta struktur kekar pada batuan Gunung Api Jelai. Hasil analisis data pengukuran kekar menunjukkan bahwa Sungai Kayan dan Pangean adalah jalur sesar yang saling berpotongan. Sesar-sesar inilah yang berpotongan membentuk pola *zig-zag* pada aliran Sungai Kayan di daerah Peso.

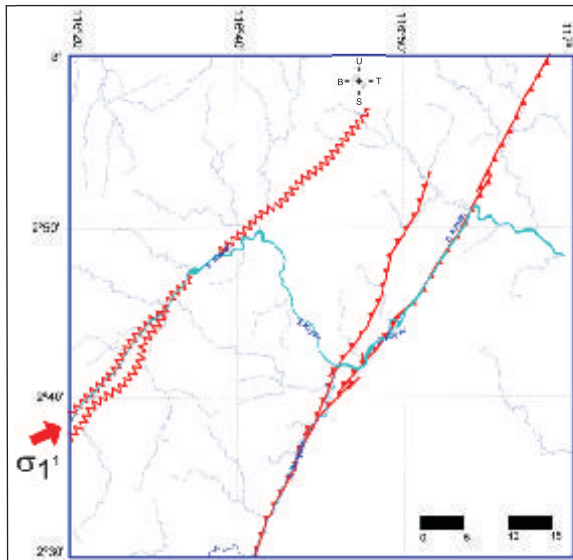
Hasil analisis tegasan memperlihatkan arah tegasan utama berubah-ubah sejak Zaman Kapur hingga Tersier - Kuartar (Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7). Periode deformasi I terjadi pada Zaman Kapur dengan arah tegasan utama berarah timur laut - barat daya. Tegasan ini membentuk lipatan-lipatan dan sesar-sesar naik berarah utara timur laut - selatan barat daya. Sesar-sesar ini dianggap mewakili sesar yang paling tua karena arahnya relatif sejajar dengan lipatan utama yang melibatkan batuan tertua. Sesar-sesar periode deformasi I ini kemudian mengalami beberapa kali pengaktifan kembali. Analisis berdasarkan pengukuran data lapangan menunjukkan adanya perubahan arah gerak sesar yang berubah-ubah, hal ini dibuktikan oleh beberapa arah striasi yang berlainan. Periode deformasi II yang terjadi pada Tersier Awal (Eosen) mempunyai arah tegasan utama utara - selatan yang berputar 45° berlawanan arah jarum jam dibandingkan dengan deformasi I. Tegasan ini membentuk sesar-sesar mendatar mengiri dan menganan, dan merupakan pengaktifan kembali sesar-sesar tua yang telah ada sebelumnya. Periode deformasi selanjutnya (III) yang terjadi pada masa Tersier hingga Kuartar (Oligo-Miosen dan Mio-Pliosen) mempunyai kecenderungan arah utara timur laut - selatan barat daya. Arah tegasan ini sama dengan periode deformasi I (Zaman Kapur). Perputaran arah tegasan deformasi II pada Tersier Awal diduga mengikuti arah perputaran Pulau Kalimantan dan Sabah yang berlawanan arah jarum jam sejak Kapur Akhir (Haile *et al.*, 1977). Sedangkan adanya perubahan arah tegasan pada periode deformasi III ditafsirkan berhubungan dengan kegiatan penunjaman dan tumbukan Sabah ke arah barat daya pada Zaman Tersier (Vogt & Flower, 1989).



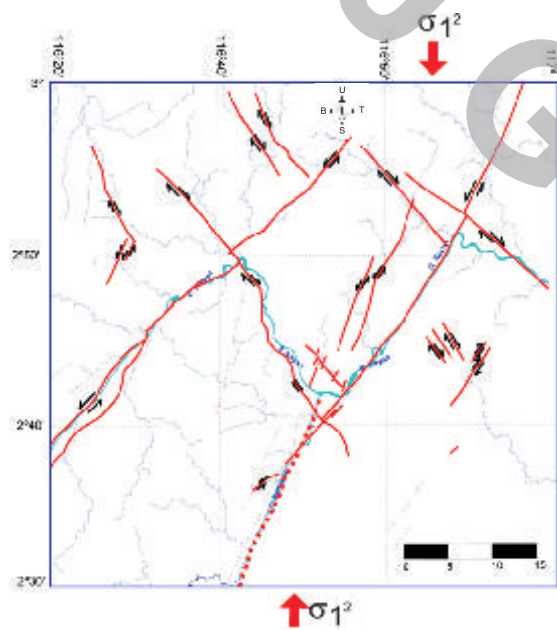
Gambar 2. Peta Geologi Daerah Lembar Longbia bagian timur laut menurut Heryanto & Abidin (1995).



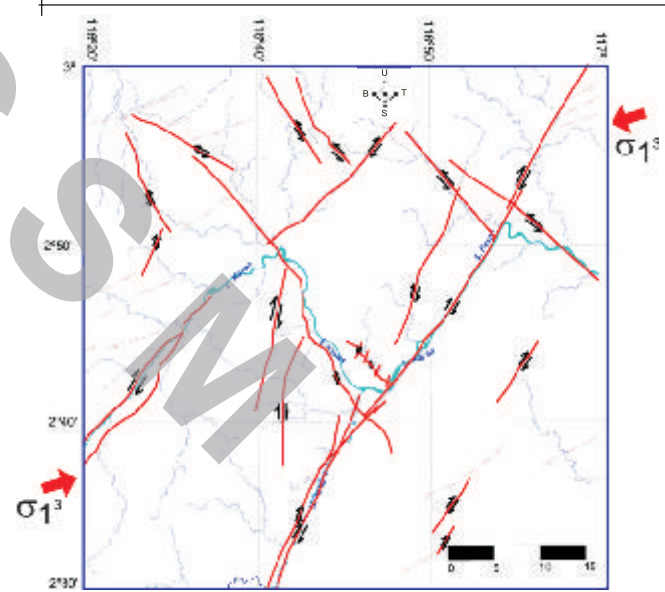
Gambar 3. Tektonik regional Kalimantan modifikasi menurut Tanean dkk. (1996) dan berbagai sumber.



a) Periode pensesaran naik pada zaman Kapur



b) Periode pensesaran mendatar pada kala Awal Miosen

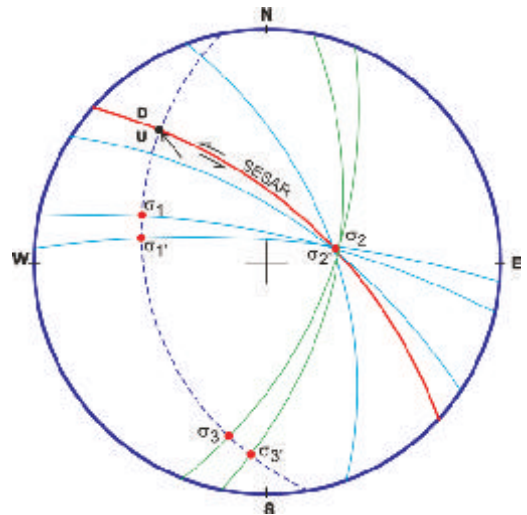


c) Periode pensesaran bongkah (?) Pada Kala Neogen

Keterangan

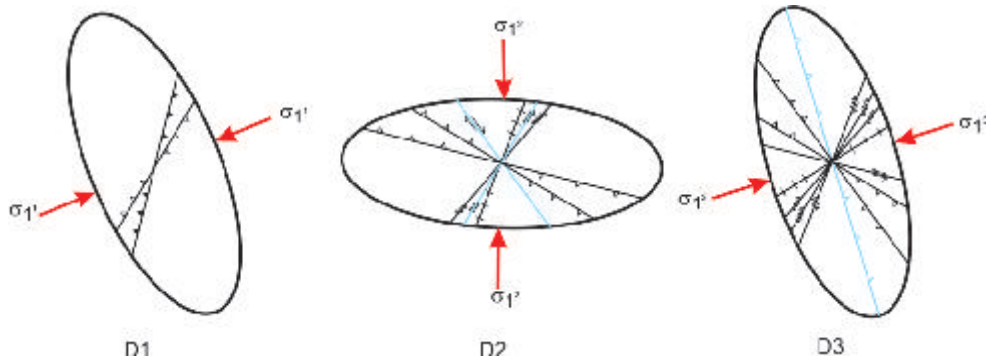
- Sesar mendatar mengiri
- Sesar mendatar menganan
- Arah tegasan utama terbesar

- Sesar naik
- Sesar naik ditafsirkan
- Sesar turun
- Sesar turun ditafsirkan

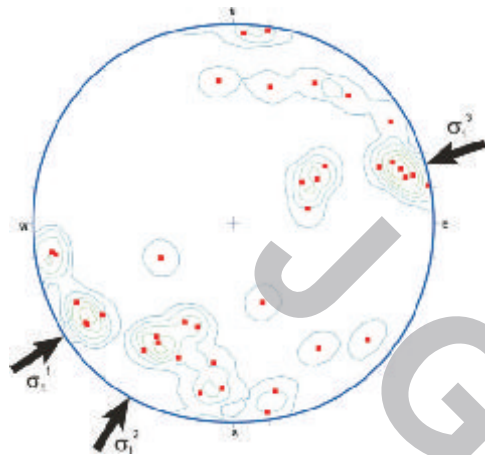


Gambar 4. Salah satu hasil analisis sesar pada lokasi 06 JW 61 yang menunjukkan pergeseran mengiri, dengan kedudukan bidang sesar U 312°T, rake 19° dan net slip 17°, U 323°T. Sesar ini diduga menerus hingga ke bagian tengah Sulawesi dan merupakan kelanjutan sesar Palu-Koro.

Gambar 5. Evolusi sesar daerah Pesu, Kalimantan Timur sejak Kapur Akhir hingga Kuartar.



Gambar 6. *Strain ellipsoids* yang menunjukkan perubahan arah tegasan utama (σ_1') deformasi paling tua hingga termuda. Garis sesar dengan gigi-gigi menunjukkan sesar naik. Arah panah menunjukkan pergeseran sesar mendatar. Garis pendek-pendek tegak lurus terhadap jurus sesar menunjukkan sesar normal. Warna biru muda menunjukkan sesar yang aktif kemudian.



Gambar 7. Pengeplotan kedudukan 38 titik hasil analisis tegasan utama yang menunjukkan perubahan orientasi sejak deformasi paling tua hingga termuda. Tegasan utama deformasi I adalah $\sigma_1^1 = 14, N072^\circ E$, deformasi II adalah $\sigma_1^2 = 15, N236^\circ E$ dan deformasi III adalah $\sigma_1^3 = 27, N210^\circ E$.

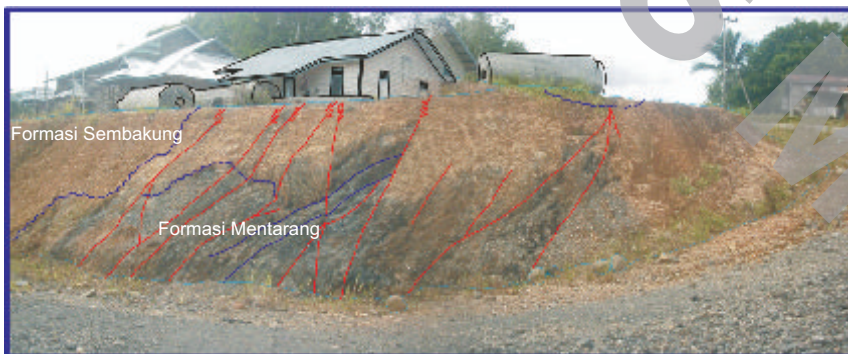


Foto 1a. Singkapan pada foto ini menunjukkan hubungan ketidakselarasan antara Formasi Mentarang dan Formasi Sembakung. Struktur sesar, kekar, dan lipatan hasil deformasi Kapur (Akhir) hanya melibatkan batuan Formasi Mentarang yang berumur Kapur. Sedangkan struktur sesar dan kekar hasil deformasi Oligosen (Akhir) memotong batuan Formasi Sembakung dan mengaktifkan kembali struktur-struktur tua pada Formasi Mentarang di lokasi 06 BA 08.

Foto 1b. Struktur lipatan, belahan (*cleavage*) dan kekar pada batuan Formasi Mentarang yang merupakan penyerta sesar di Sungai Kayan lokasi 06 WI 06. Lapisan tegak dan lipatan mengindikasikan tekanan kompresif.



Periode pensesaran pertama (Kapur Akhir) ditentukan berdasarkan kedudukan struktur lipatan yang terbentuk pada Formasi Mentarang yang berumur Kapur. Pola aliran sungai yang terbentuk pada periode ini, termasuk Sungai Pangean dan Sungai Kayan mengikuti pola jurus lipatan regional dan sesar-sesar naik yang berjurus timur laut - barat daya.

Deformasi kedua (Eosen) ditentukan berdasarkan struktur yang melibatkan Formasi Sembakung. Arah deformasi ini ditentukan berdasarkan kedudukan lipatan generasi kedua (F2). Sayap-sayap lipatan generasi kedua (F2) merupakan hasil deformasi kedua, yaitu berupa bidang perpotongan sumbu-sumbu lipatan generasi pertama (F1). Pola aliran sungai yang berarah barat laut - tenggara terbentuk pada periode ini, termasuk Sungai Kayan yang memotong hampir tegak lurus pola sungai yang telah terbentuk sebelumnya.

Deformasi ketiga (Tersier hingga Kuartar) ditentukan berdasarkan struktur yang memotong batuan lebih muda (batuan Gunung Api Metulang) dimana periode ini menghasilkan sesar dan kekar.

KESIMPULAN

Hasil analisis citra *landsat* yang didukung oleh analisis data pengukuran lapangan menyimpulkan

ACUAN

- Anderson, E.M., 1951. *The Dynamic of Faulting and Dyke Formation with application to Britain*. Oliver and Boyd, Edinburg, London, 2nd Edition, Revised.
- Bachri, S., (dalam persiapan). *Peta Interpretasi citra Landsat daerah Lembar Long Bia skala 1:250.000*. Pusat Survei Geologi.
- Haile, N.S., Mc Elhinny, M.W & Mc Dougall, I., 1977. Paleomagnetic data and radiometric ages from the Cretaceous of West Kalimantan (Borneo), and their significance in interpreting regional structure. *Journal Geological Society of London* 133:133-144.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. United States Geological Survey, Professional Paper, 1078.
- Heryanto, R and H.Z. Abidin., 1995. *Peta Geologi Lembar Long Bia, Kalimantan Timur (Peta Kompilasi) Sekala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Hutchison, C.S., 1988. Stratigraphic- Tectonic Model for Eastern Borneo, *Geological Society Malaysia, Bulletin* 22:135-151.

adanya perkembangan pola tegasan mulai dari Zaman Kapur hingga Tersier - Kuartar. Pola tegasan ini membentuk struktur sesar-sesar utama yang saling berpotongan hampir tegak lurus dengan arah timur laut-barat daya dan barat laut-tenggara. Arah tegasan yang membentuk sistem sesar utama mempunyai arah yang berubah-ubah sejak Zaman Kapur hingga Tersier - Kuartar. Sesar yang berarah barat laut - tenggara menerus hingga bagian tengah Sulawesi (Sesar Palu-Koro), sedangkan sesar berarah timur laut - barat daya melanjut ke bagian tengah Kalimantan dan merupakan Lajur Mineralisasi Kalimantan Timur - Tengah yang berhubungan dengan Orogen Dayak. Sesar-sesar utama ini membentuk pola *zig-zag* pada aliran Sungai Kayan di daerah Peso, Kalimantan Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Data yang disajikan dalam makalah ini bersumber dari hasil penelitian Tim Magmatisme Kalimantan Timur yang berada di bawah koordinasi Kelompok Program Magmatisme PSG. Makalah ini terbit atas izin Kepala Pusat Survei Geologi Dr. Ir. Djadjang Sukarna. Kepada para anggota Tim, penulis ucapkan terima kasih atas kerja samanya selama penelitian lapangan berlangsung.

- Hutchison, C.S., 1996. 'The Rajang accretionary prism' and 'Lupar Line' problem of Borneo. In Hall, R & Blundell, D. (eds). Tectonic Evolution of Southeast Asia. *Geological Society Special Publication* 106:247-261.
- Moss, S.J., A. Carter., S. Baker., A.J. Hurford., 1998. A Late Oligocene tectono-volcanic event in East Kalimantan and the implications for tectonics and sedimentation in Borneo. *Journal of the Geological Society*.
- Pieters, P.E. ., Trail, D.S. & Supriatna, S., 1987. Correlation of Early Tertiary rocks across Kalimantan. *Proceedings Indonesian Petroleum Association 16th annual convention*: 291- 306.
- Rickard, M.J., 1972. Fault Classification - Discussion. *Geological Society American Bulletin*:2545-2546.
- Simanjuntak, T.O., 2004. Tektonika, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. *Publikasi khusus* 13:216.
- Suryono, N., 1986. Tegasan Terputar dan Pembentukan Struktur Penyerta, *Bulletin Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta* 68:44-49.
- Tanean, H., Paterson, D.W., & Mac Endharto., 1996. Source Provenance Interpretation of Kutai Basin Sandstones and the Implications for the Tectono-Stratigraphic evolution of Kalimantan. *Proceedings IPA, 25th Silver Anniversary Convention*.
- Vogt, E.T, & Flower, M.F.J., 1989. Genesis of the Kinabalu (Sabah) granitoid at a subduction- collision junction. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 103:493-509.

Naskah diterima	: 15 Agustus 2006
Revisi terakhir	: 25 Mei 2007