

POLIDEFORMASI PADA BATUAN KELOMPOK EMBALUH-RAJANG DI DAERAH BHAYANGKARA, KALIMANTAN TIMUR

J. Wahyudiono dan Baharuddin

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

S a r i

Kelompok Embaluh-Rajang di daerah Bhayangkara telah mengalami polideformasi. Lipatan regional pada Citra Landsat menunjukkan sedikitnya telah terjadi tiga kali periode deformasi di daerah telitian. Deformasi pertama D_1 mempunyai arah umum tegasan utama terbesar (s_1^1) relatif timur-barat dan menghasilkan lipatan regional dengan sumbu memanjang relatif utara-selatan. Deformasi D_2 mempunyai arah umum tegasan utama terbesar (s_1^2) relatif barat laut-tenggara dan menghasilkan lipatan regional dengan sumbu memanjang relatif timur laut – barat daya. Deformasi ketiga D_3 mempunyai arah umum tegasan utama terbesar (s_1^3) relatif timur laut – barat barat daya dan menghasilkan lipatan setempat dengan sumbu memanjang relatif utara barat laut – selatan tenggara. Sesar-sesar yang mempengaruhinya terdiri atas 5 kelompok arah umum yaitu A (utara-selatan), B (utara timurlaut-selatan baratdaya), C (timurlaut-baratdaya), D tenggara-baratlaut dan E (selatan tenggara-utara baratlaut).

Kata kunci : polideformasi, lipatan, sesar, struktur regional

Abstract

The Embaluh-Rajang Group in Bhayangkara region had suffered polyphase deformation. Regional fold shown in Landsat Imagery exhibit at least three periodes of deformation on the study area. The first deformation D_1 main principal stress (s_1^1) was directed relatively to east-west and resulted regional folds on the north-south direction. The second deformation D_2 main principal stress (s_1^2) was directed relatively to northwest-southeast and formed northeast-southwest trending regional folds. The third deformation D_3 main principal stress (s_1^3) was directed relatively to east northeast-west southwest and resulted local folds on the north northwest-south southeast trending direction. Faults occurred in study area could be classified into six main groups. They are fault group of A (north-south), B (north northeast-south southwest), C (northeast-southwest) and D (southeast-northwest), E (south southeast-north northwest).

Keywords : polydeformation, fold, fault, regional structure

Pendahuluan

Kelompok Rajang-Embaluh yang mempunyai sebaran cukup luas di daerah Bhayangkara dan sekitarnya menunjukkan adanya deformasi berulang. Pelipatan yang sangat ketat dan penyesaran yang berulang merupakan ciri yang sangat menonjol pada beberapa singkapan yang diamati.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui jumlah minimal perulangan deformasi yang telah terjadi. Hal ini dimaksudkan agar bisa memisahkan periode perulangan deformasi dan mengetahui arah umumnya.

Daerah penelitian di wilayah Bhayangkara terletak di Provinsi Kalimantan Timur, Kabupaten Bulungan

yang dibatasi oleh koordinat $116,9^\circ$ BT- $117,2^\circ$ BT dan $2,5^\circ$ LU – 3° LU (Gambar 1).

Metode

Penelitian ini diawali dengan menafsirkan kelurusan struktur geologi pada citra Landsat. Pola kelurusan ini kemudian diplotkan pada diagram mawar sehingga menghasilkan beberapa kelompok arah.

Data ini dipadukan dengan hasil perekaman data lapangan berupa kekar, sesar dan lipatan serta peta geologi yang tersedia. Data lapangan diplotkan pada jaring stereografis *wulf net* dan dianalisis sehingga menghasilkan klasifikasi sesar dan lipatan baik secara genetik-kinematik maupun deskriptis-geometris. Analisis lanjutan terhadap data lapangan dan kelurusan struktur menghasilkan arah tegasan utama, kedudukan dan tafsiran evolusinya.

Geologi Regional

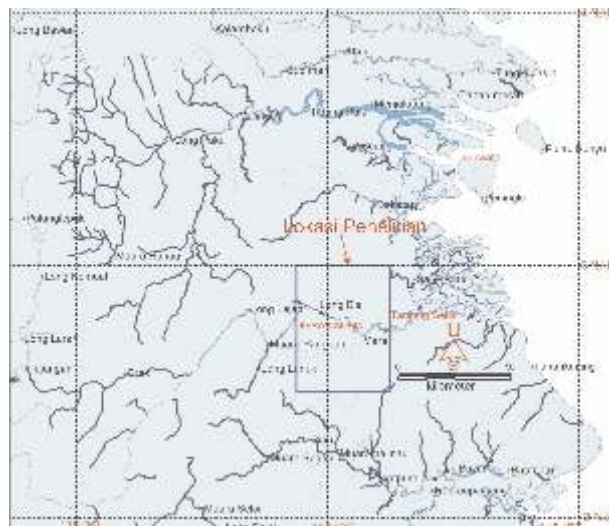
Batuan tertua yang tersingkap di daerah Kalimantan Timur adalah batuan sedimen tipe "flysch" yang monoton dan berumur Kapur (Gambar 2). Satuan batuan ini termasuk ke dalam Formasi Mentarang, Kelompok Embaluh-Rajang (Hutchison, 1996). Pada tempat tertentu batuan ini telah mengalami deformasi kuat berupa perlipatan dan pensesaran sehingga sering dijumpai sebagai bancuh (*melange*) dan formasi terhancurkan (*broken formation*). Formasi Mentarang di daerah Bhayangkara disetarakan dengan Formasi Bengara di daerah Tanjung Redeb. Formasi ini secara tak selaras tertindih oleh batuan gunung api Jelai berumur Tersier-Awal?

Batuan gunung api Jelai terdiri atas batuan piroklastik halus hingga kasar yang telah mengalami deformasi, termampatkan dan terkekalkan kuat. Pada Tersier Awal, secara bersamaan diendapkan Formasi Sembakung berupa batuan sedimen klastika halus. Formasi ini terendapkan pada lingkungan darat hingga laut dangkal. Batuan gunung api Jelai dan batuan sedimen Formasi Sembakung ditafsirkan menjemari. Satuan batuan ini diterobos oleh retas andesit dan dolerit serta tertindih secara tak selaras oleh batuan gunung api Metulang berumur Miosen Awal-Pliosen.

Batuan gunung api Metulang terdiri atas piroklastika halus-sedang, setempat berupa lava basal-andesit. Batuan gunung api Metulang tersebar luas di sebelah barat daerah telitian, sedangkan di daerah Bayangkara dan sekitarnya, batuan gunung api yang tersingkap adalah batuan gunung api Sinjin (Situmorang dan Burhan, 1995). Batuan gunung api Sinjin tersingkap di sekitar Gunung Keluh, terdiri atas batuan piroklastik, laharik dan lava basal- andesit. Pengamatan pada citra Landsat memperlihatkan adanya bentuk melingkar yang ditafsirkan sebagai bekas kepundan.

Stratigrafi Daerah Penelitian

Formasi Mentarang (KTme), Kelompok Embaluh adalah satuan batuan tertua yang tersingkap di daerah penelitian. Formasi ini merupakan runtunan batuan sedimen klastika halus berciri "distal turbidite" berumur Kapur. Formasi ini tersusun atas



Gambar 1. Peta indeks lokasi daerah penelitian.

batupasir, berwarna kelabu-kehijauan, berbutir halus-menengah terdiri atas kuarsa, felspatik, mika dan fragmen batuan; berselingan dengan batulanau dan serpih. Satuan batuan ini telah mengalami deformasi sangat kuat yang dicirikan dengan lipatan ketat (*tight fold*) sehingga pada lapisan klastika halus sering dijumpai adanya "slaty cleavage".

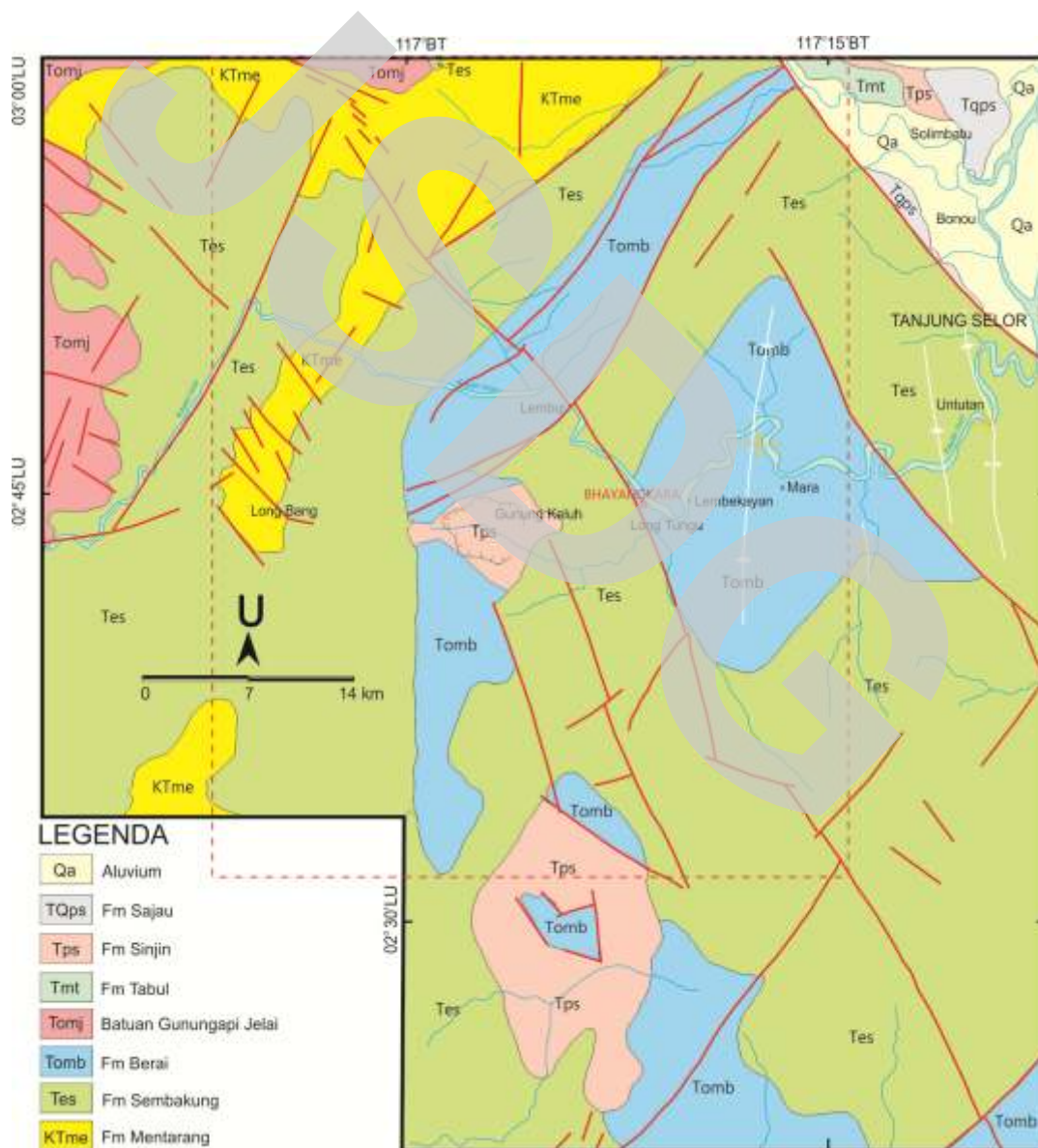
Formasi Mentarang, Kelompok Embaluh tertindih takselaras oleh Formasi Sembakung (Tes) yang dibandingkan dengan Formasi Malinau (Tema) dan *West Crocker Formation* di Sarawak. Formasi ini terdiri atas konglomerat alas, batu lempung, batu lanau kecoklatan yang kaya akan "algae", foram, koral, moluska dan gastropoda. Singkapan Formasi Sembakung di wilayah ini memperlihatkan runtunan menghalus dan menipis ke arah atas. Formasi ini berumur Eosen Tengah- Eosen Akhir dan diendapkan pada lingkungan darat hingga laut dangkal. Ketebalannya diperkirakan paling sedikit 300 meter.

Singkapan batusabak Formasi Mentarang yang dijumpai di beberapa lokasi memperlihatkan deformasi kuat berupa perlipatan dan pensesaran. Kedudukan bidang perlapisannya rata-rata lebih tegak daripada kedudukan lapisan Formasi Sembakung. Batas antara Formasi Sembakung dengan Formasi Mentarang tidak terlihat jelas namun ditafsirkan sebagai ketakselarasan bersudut.

Batuan gunung api Sinjin (Tps) yang disetarakan dengan Batuan gunung api Metulang tersingkap di sekitar Gunung Keluh. Bekas kepundan (crater) batuan gunungapi ini masih terlihat jelas pada citra Landsat sebagai "circular feature". Batuan penyusunnya terdiri atas andesit-basal dan breksi, setempat dijumpai breksi laharik. Batuan gunung api ini menindih secara takselaras batuan yang lebih tua.

Beberapa lintasan geologi telah dilakukan di daerah penelitian, yaitu meliputi Gunung keluh, Long Tunggu, Long bang dan sekitarnya. Satuan batuan yang dijumpai di daerah penelitian dan sekitarnya didominasi oleh Formasi Sembakung (Tes). Secara

umum, Formasi Sembakung memperlihatkan runtunan perlapisan batuan sedimen klastika yang cenderung menghalus dan menipis kearah atas. Selanjutnya pada bagian bawah dijumpai perlapisan batulempung karbonan yang berubah menjadi gampingan ke arah atas. Formasi Berai (Tomb) yang didominasi oleh batugamping klastik menindih secara takselaras Formasi Sembakung. Formasi Berai yang menjemari dengan batuan gunung api Jelai (Tomj) ditindih secara takselaras Formasi Tabul (Tmt) yang secara selaras ditutupi oleh Formasi Sajau yang menjemari dengan batuan gunung api Sinjin (Tps).



Gambar 2. Peta geologi modifikasi daerah Tanjung Redeb skala 1 :250.000 (Situmorang & Burhan, 1995).

Diskusi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian ialah struktur sesar, kekar dan lipatan. Sesar yang umum adalah sesar naik, sesar mendatar dan sesar normal, sedangkan untuk sumbu lipatan pada umumnya berarah utara timur laut – selatan barat daya.

Daerah penelitian paling sedikit telah mengalami tiga periode deformasi. Pada deformasi yang pertama (Kapur Akhir) sesar yang dominan terutama sesar-sesar naik berarah utara timur laut – selatan barat daya. Sedangkan deformasi berikutnya (Eosen) menghasilkan sesar-sesar normal mengangan yang berarah barat laut – tenggara dan sesar-sesar naik mengiri berarah timur laut – barat daya. Pada periode ini sesar-sesar tua yang berarah utara timur laut – selatan barat daya teraktifkan kembali menjadi sesar-sesar mengiri. Sesar-sesar yang aktif pada deformasi terakhir (Oligo-Miosen dan Mio-Pliosen) adalah sesar-sesar naik berarah utara barat laut – selatan tenggara. Sesar - sesar tua yang teraktifkan kembali adalah sesar mengangan yang berarah timur laut – barat daya dan utara timur laut – selatan barat daya, sesar-sesar naik mengangan berarah utara – selatan dan sesar-sesar mengiri berarah barat laut - tenggara.

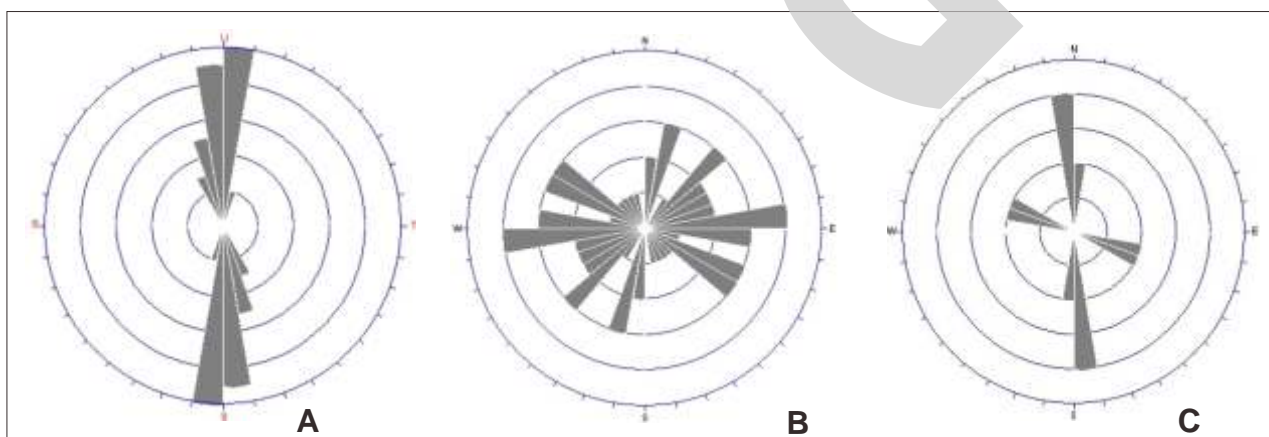
Struktur lipatan regional.

Daerah Bhayangkara tercakup dalam peta geologi Lembar Tanjung Redeb, skala 1:250.000 (Situmorang & Burhan, 1995) yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan pengembangan Geologi. Lipatan regional pada peta ini menunjukkan

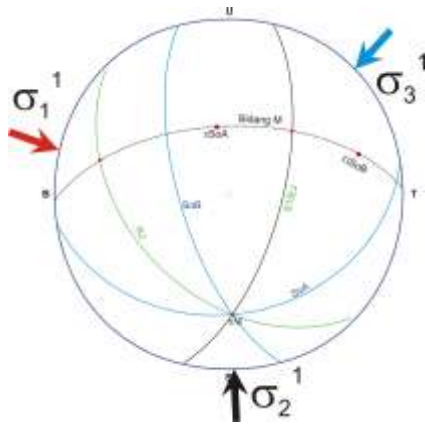
setidaknya dua periode deformasi regional dan satu deformasi lokal (Gambar 3). Bidang Analisis bidang perlapisan jalan ke Nahaaya menghasilkan tegasan utama (s_1^1) deformasi D_1 (Gambar 4 dan 6) mempunyai arah umum relatif barat timur yaitu $U60^\circ T$ sampai $U110^\circ T$ dan $U240^\circ T$ sampai $U290^\circ T$. Deformasi ini menghasilkan lipatan regional dengan sumbu memanjang relatif utara-selatan yaitu pada arah $U330^\circ T$ sampai $U20^\circ T$ dan $U150^\circ T$ sampai $U200^\circ T$. Tegasan utama (s_1^2) deformasi D_2 (Gambar 5 dan 7) jalan ke Nahaaya mempunyai arah umum relatif barat laut - tenggara yaitu $U300^\circ T$ sampai $U10^\circ T$ dan $U175^\circ T$ sampai $U120^\circ T$. Deformasi ini menghasilkan lipatan regional dengan sumbu memanjang relatif timur timur laut-barat barat daya yaitu pada arah $U30^\circ T$ sampai $U100^\circ T$ dan $U210^\circ T$ sampai $U280^\circ T$.

Struktur sesar regional

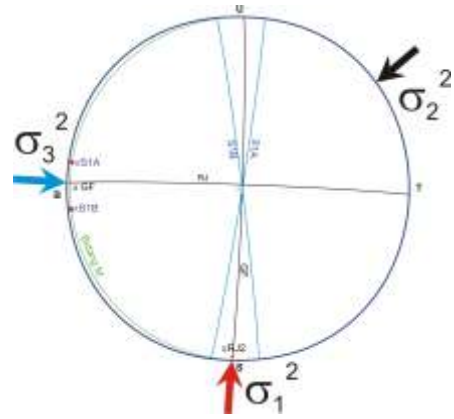
Sesar regional yang mempengaruhi daerah Bhayangkara ada 5 kelompok yaitu kelompok A yang berarah azimuth $U350^\circ T$ sampai $U10^\circ T$ dan $U170^\circ T$ sampai $U180^\circ T$, kelompok B yang berarah azimuth $U10^\circ T$ sampai $U30^\circ T$ dan $U280^\circ T$ sampai $U300^\circ T$, kelompok C yang berarah azimuth $U30^\circ T$ sampai $U70^\circ T$ dan $U210^\circ T$ sampai $U250^\circ T$, kelompok D yang berarah azimuth $U110^\circ T$ sampai $U140^\circ T$ dan $U290^\circ T$ sampai $U320^\circ T$ serta sesar kelompok E yang berarah azimuth $U140^\circ T$ sampai $U170^\circ T$ dan $U320^\circ T$ sampai $U350^\circ T$. Kelompok sesar A yang berarah relatif utara-selatan tidak tergambar pada peta geologi (Gambar 2), tetapi terlihat jelas pada citra Landsat (Gambar 9, 10, 11 dan 12).



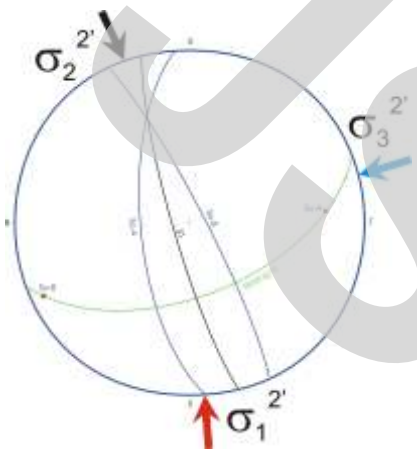
Gambar 3. Diagram mawar yang menunjukkan arah umum sumbu lipatan regional di daerah Bhayangkara. Gambar A adalah arah umum lipatan generasi pertama, Gambar B adalah arah umum sumbu lipatan generasi kedua dan Gambar C adalah arah umum sumbu lipatan generasi ketiga.



Gambar 4. Analisis kedudukan bidang perlapisan So pada lokasi NU 52 (jalan ke Nahaaya) sebagai akibat dari deformasi D₁. Kedudukan SoA = N80°E/32° dan SoB = N163°E/67° menghasilkan lipatan dengan kedudukan bidang sumbu S₁ = N15°E/65°.



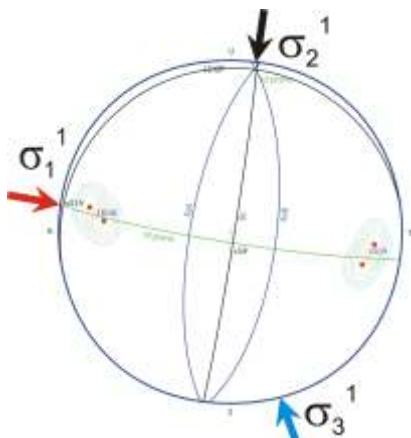
Gambar 7. Analisis kedudukan bidang belahan S₁ pada lokasi JW 57 (timur laut Gunung Keluh) sebagai akibat dari deformasi D₂. Perpotongan antara kedudukan S₁A = U9°E/88° dan S₁B = U353°T/88° menghasilkan lipatan dengan kedudukan bidang sumbu S₂ = U272°E/88°.



Gambar 5. Analisis kedudukan bidang belahan S₁ pada lokasi NU 52 (jalan ke Nahaaya) sebagai akibat dari deformasi D₂. Kedudukan bidang S₁A = N175°E/67° dan S₁B = N333°E/83° menghasilkan sumbu lipatan S₂ = N164°E/82°.



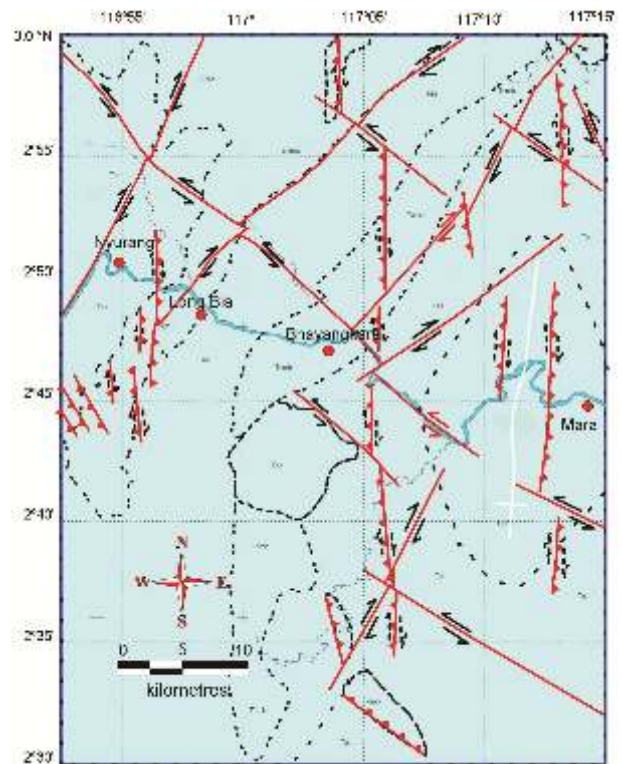
Gambar 8. Lipatan terlipat (refolded fold) pada satuan perselingan batupasir dengan batulanau karbonan pada Formasi Mentarang di tebing jalan ke Nahaaya. Garis hitam putus-putus dan garis biru adalah bidang perlapisan yang merupakan sayap lipatan generasi pertama (S₁), garis putih putus-putus adalah bidang belahan (cleavage) (S₂).



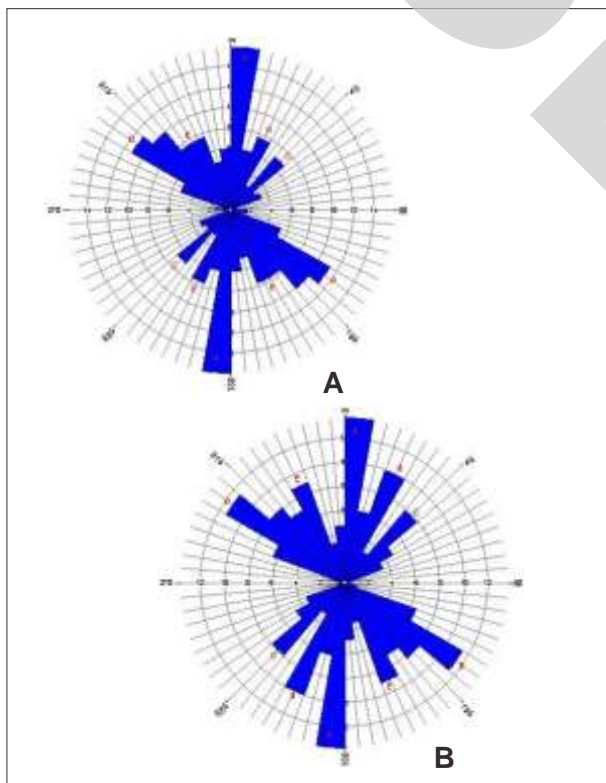
Gambar 6. Analisis kedudukan bidang perlapisan So pada lokasi JW 57 (timur laut Gunung Keluh) sebagai akibat dari deformasi D₁. Perpotongan antara kedudukan SoA = U190°T/71° dengan SoB = U7°T/68° menghasilkan lipatan dengan kedudukan bidang sumbu S₁ = U9°T/88°.



Gambar 9. Pola kelurusan di daerah penelitian dengan latar belakang citra Landsat. Dari garis-garis kelurusan ini kemudian diplot ke dalam diagram mawar untuk menghasilkan arah umum kelurusan.



Gambar 10. Peta struktur geologi daerah Bhayangkara dan sekitarnya, Kalimantan Timur. Garis berwarna merah adalah sesar mendatar menganan dan mengiri, garis merah bergerigi adalah sesar naik, garis merah bergerigi dengan anak panah adalah sesar naik menganan, garis hitam putus-putus adalah batas formasi, garis putih adalah sumbu lipatan.



Gambar 11. Diagram mawar yang menunjukkan arah kelurusan terhadap frekuensi (A) dan terhadap panjang kelurusan (B).



Gambar 12. Zona hancuran sesar pada tuf berlapis batuan gunung api Sinjin di lokasi JW 54 (sebelah tenggara Gunung Keluh). Sesar-sesar geser mengiri berukuran beberapa meter terlihat jelas baik di lapangan. Sesar-sesar minor berukuran beberapa desimeter hadir sebagai struktur penyerta pada singkapan ini.

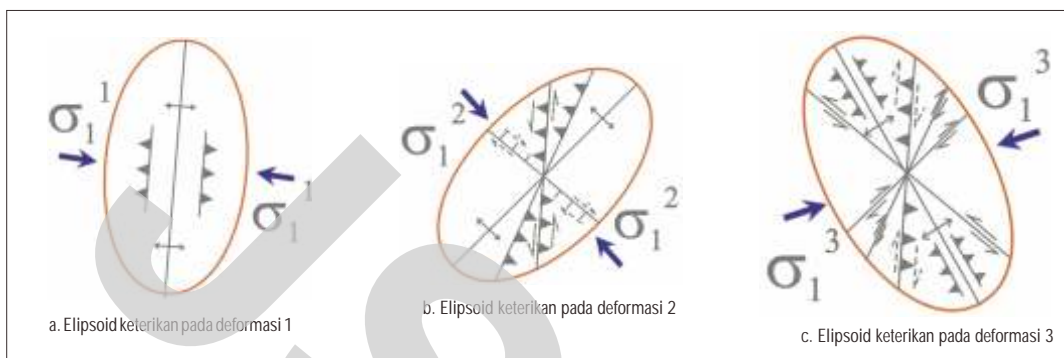
Kesimpulan

Berdasarkan atas analisis makroskopis dan mesoskopis dapat disimpulkan bahwa daerah Bhayangkara dan sekitarnya telah mengalami tiga polideformasi yaitu dua deformasi regional dan satu deformasi setempat (Gambar 13).

Deformasi D_1 telah menghasilkan lipatan-lipatan regional berarah relatif utara selatan dan sesar-sesar naik. Deformasi D_2 telah melipat kembali lipatan yang

terbentuk pada D_1 dan menghasilkan lipatan dengan arah sumbu relatif timur laut - barat daya dan sesar-sesar naik mengiri berarah utara timur laut - selatan barat daya serta sesar-sesar mengiri naik berarah utara selatan yang merupakan jejak-jejak sumbu lipatan periode sebelumnya.

Deformasi D_3 menghasilkan lipatan-lipatan setempat dengan sumbu relatif berarah utara barat laut - selatan tenggara dan mengaktifkan kembali sesar-sesar yang terbentuk sebelumnya.



Gambar 13. Rangkuman evolusi sesar dan lipatan di daerah Bhayangkara, Kalimantan Timur.

Acuan

- Baharuddin & Wahyudiono, J., 2007. Kontrol struktur pada pola "zig-zag" aliran Sungai Kayan di daerah Peso, Kalimantan Timur. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, Vol. 17 (3): 126 – 204.
- Baharuddin, 2006. *Laporan Pendahuluan Penelitian Geologi Busur Magmatik Tersier-Kuarter Daerah Longbia, Kalimantan Timur*. Laporan pada Pusat Survei Geologi, 15p, tidak terbit.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenrigde, G.R., Erjavec, J.L., Ferguson, R.C., Inman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A., and Ryberg, P.T., 1983. Provenance of North America Phanerozoic Sandstones in Relation to tectonic Setting. *Bulletin Geological Society of America*, 94: 222-235.
- Hamilton, W., 1979. *Tectonics of the Indonesian region*. United States Geological Survey, Professional Paper, 1078p.
- 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.
- Mc Clay, K.R., 1987. *The Mapping of Geological Structures*. Open University Press, England.
- Moss, S.J., Carter, A., Baker, S., Hurford, A.J., 1998. A Late Oligocene tectono-Volcanic event in East Kalimantan and the implications for tectonics and sedimentation in Borneo. *Journal of the Geological Society*. vol. 155, pp.177-192.
- Ott, H.L., 1987. *The Kutai Basin- A Unique Structural History*. Proceedings of the 16th Annual Convention Indonesian Petroleum Association. pp.307-316.
- Situmorang, R.L & Burhan, G., 1995. *Peta Geologi Lembar Tanjung Redeb, Kalimantan, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simandjuntak, T.O., 2004. *Tektonika*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. *Publikasi Khusus* no. 13, 216p.
- Vogt, E.T, & Flower, M.F.J., 1989. Genesis of the Kinabalu (Sabah) granitoid at a subduction - collision junction. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. Vol.103, pp. 493-509.