

MORFOTEKTONIK DALAM MENGONTROL GEOMORFOLOGI DAS LENGKESE-JENELATA DI SULAWESI SELATAN

MUHAMMAD ALTIN MASSINAI

Universitas Padjadjaran

email korespondensi: altin_muhammad@yahoo.com

Abstrak

Penelitian peranan morfotektonik mengontrol Geomorfologi DAS Jenelata- Lengkesa dilatarbelakangi oleh kondisi geologi di daerah tersebut. Keberadaan batuan yang menyusun DAS Jenelata- Lengkesa mempunyai umur yang berbeda-beda. Hal ini menandakan sistem tektonik yang bekerja tidak selalu sama. Metoda analisis data yang digunakan dalam penelitian geomorfologi tektonik DAS Jenelata- Lengkesa adalah deduksi probabilistik dengan pendekatan dedukto-hipotetiko-verifikatif. Data diperoleh melalui survei lapangan, analisis citra satelit dan analisis peta rupabumi. Analisis data dan verifikasi hipotesis menggunakan analisis statistik yaitu uji normalitas data, uji homogenitas data, uji beda rata-rata, uji beda independen, dan uji regresi-korelasi. Hasil verifikasi hipotesis sebagai berikut, (1) korelasi jurus kekar pada masing-masing Sub DAS Jenelata- Lengkesa berhubungan secara signifikan, (2) Sistem tektonik lengan selatan Sulawesi mengontrol kelurusan geomorfologi dan segmen sungai pada masing-masing DAS.

Kata Kunci: DAS Jenelata- Lengkesa, geomorfologi tektonik, deduksi probabilistik, analisis statistik.

Abstract

This is a research on the morphotectonic role controlling the geomorphological formation of the Jenelata-Lengkesa (South Sulawesi, INDONESIA) watershed by considering the geological condition of the area as the background. The Jenelata watershed is formed by various lithologies in each of its sub-watershed. This fact indicates the existence of different tectonic systems in the area. The method used for data analysis in this tectonic geomorphological study on the Jenelata watershed is the deductive-probabilistic method with a hypothetic-verificational approach. Three methods of data retrieval have been used: (1) the field survey of the area, (2) the satellite images analysis and (3) the topographical maps analysis. The standard statistical analysis is used to test the data normality and homogeneity, average and independent differences, as well as the regression-correlation test. The statistical analysis has shown the following results: (1) the correlation between the joint strike at the Jenelata watershed and the Lengkesa watershed are both significantly associated, (2) the tectonic system of South Sulawesi Arm controls the geomorphological lineaments and river segments at each sub-watershed.

Keywords: Jenelata- Lengkesa watershed, tectonic geomorphology, deduction probabilistic, statistical analysis.

Pendahuluan

Tatanan geologi pulau Sulawesi yang berada di tengah tiga lempeng besar yaitu Lempeng Eurasia di Utara, Lempeng Pasifik di Timur dan Lempeng Hindia-Australia di Selata. Kawasan ini yang merupakan pusat pertemuan tiga lempeng besar saling mengalami pertumbukan. Sejak Perang Dunia II banyak pakar geologi tertarik untuk menelitinya. Berbagai konsep, saran, dan usulan pemecahan dikemukakan hingga kini, terutama disebabkan karena tidak hanya sulitnya wilayah Sulawesi, namun juga banyaknya faktor geologi yang belum dipahami (Sartono dkk, 1990). Bagaimana-pun juga berbagai model geologi yang diusulkan sedikit demi sedikit mendekatkan para pakar geologi pada pemahaman tatanan tektonik kawasan Indonesia Timur khususnya pulau Sulawesi (Sartono dkk, 1990). Geologi Sulawesi Selatan menarik untuk diteliti, karena wilayah ini dari segi tektonik merupakan bagian kontinen Sunda (Sukanto, 1985) yang bergabung dengan kawasan lain di Sulawesi yang merupakan pecahan dari Papua dan Australia (Katili, 1989; Hall, 2002).

Geomorfologi DAS Lengkesa merupakan lembah Gunung Lompobattang dan Gunung Bawakaraeng disusun oleh batuan gunungapi Formasi Lompobattang (Qlv). Sub DAS Jenelata disusun oleh

batuan gunungapi Formasi Baturappe-Cindako (Tpbv).

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Tektonik Tersier-Kuarter menghasilkan pola kekar direspon geomorfologi DAS Jenelata - Lengkesa;
2. Tektonik berpengaruh terhadap tatanan geomorfologi DAS Jenelata-Lengkesa ditandai dengan respon azimuth kelurusan geomorfologi dan segmen sungai pada DAS tersebut.

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah menghimpun dan memaparkan hasil-hasil penelitian yang aktual berdasarkan aspek data struktur geologi, morfotektonik, dan morfometri di DAS Jenelata-Lengkesa. Hasil pengolahan data dari tiga parameter tersebut akan memberi informasi sejauh mana peranan tektonik dalam membentuk geomorfologi DAS Jenelata-Lengkesa. Secara spesifik tujuan penelitian ini adalah;

- (1) Mengetahui hubungan antara faktor-faktor tektonik dalam menghasilkan pola kekar di DAS Jenelata – Lengkesa.
- (2) Mengetahui pengaruh tektonik terhadap tatanan geomorfologi DAS Jenelata - Lengkesa yang ditandai dengan respon azimuth kelurusan geomorfologi dan segmen sungai pada DAS tersebut.

Metode

Pendekatan metode penelitian yang akan diterapkan adalah deduksi probabilistik yaitu dimulai dari pendekatan yang umum kemudian mengerucut ke arah yang lebih fokus (Hirawan, 2007). Secara umum penelitian dimulai dari studi literatur, realita alamiah baik secara mikroskopis, makroskopis maupun megakopis dan mencoba memecahkan realita alamiah tersebut dengan metoda statistik.

Pemecahan masalah tektonik di lengan Selatan Sulawesi khususnya geomorfologi DAS Jenelata - Lengese dilakukan melalui studi tektonik geomorfologi. Studi geomorfologi dilakukan dengan memanfaatkan citra Landsat dan peta rupabumi untuk menginterpretasi lereng, lembah, sungai dan bentang alam lainnya. Hasil studi-studi ini diterjemahkan dalam bahasa numerik dan selanjutnya diolah serta ditampilkan dalam bentuk diagram roset dan grafik regresi-korelasi.

Pendekatan yang digunakan adalah produk proses kinematika. Dalam hal ini deformasi tektonik berupa kelurusan, sesar, kekar dan variabel sungai digunakan sebagai data utama, yang mana telah diyakini bahwa hal-hal tersebut berkaitan erat dengan gaya-gaya tektonik. Dalam kaitannya dengan keterbatasan singkapan batuan yang telah mengalami frakturisasi (zona lemah), peneliti memilih daerah simpul-simpul struktur yang dapat terlihat dari citra satelit sebagai titik pangkal pengungkapan arah-arrah dan kronologi tegasan.

Peranan morfotektonik yang mempengaruhi morfologi DAS Jenelata - Lengese diamati dengan memformulasikan variabel-variabel di lokasi penelitian. Penggunaan metoda statistik akan memverifikasi hubungan antara tektonik, dan morfologi di DAS Jeneberang.

Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- 1). Bahan yang dibutuhkan adalah peta-peta: Rupa bumi digital 5 lembar, yaitu: lembar Sapaya, Malino, Malakaji, Takalar, dan Makassar, masing-masing berskala 1 : 50.000.
- 2) Citra Landsat 7 ETM, DAS Jenelata - Lengese serta daerah sekitarnya.
- 3) Data DEM/SRTM (Digital Elevation Model / Shuttle Radar Topography Mission) srtm_60_14
- 4) Peta Geologi Lembar Ujungpandang, yang meliputi Gowa, Takalar, Jeneponto, Bantaeng dan Sinjai.

Metode penelitian menitikberatkan pada pengamatan lapangan, dibantu oleh penelitian laboratorium untuk mengolah citra satelit. Penelitian lapangan mengutamakan pada perolehan data geologi dan geomorfologi.

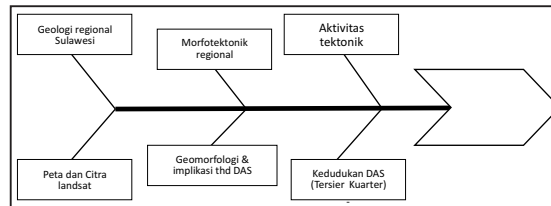
Disain Penelitian

Disain kegiatan penelitian secara umum dijelaskan pada Gambar 1. Disain penelitian ini dilakukan dalam mencapai dan membuktikan hipotesis yang diajukan.

Tahap-tahap penelitian akan mengarah kepada pencapaian aspek yang berhubungan dengan tektonik di wilayah penelitian.

Secara garis besar pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap kegiatan, yaitu persiapan, pengukuran dan pengamatan lapangan, analisis laboratorium, analisis data, verifikasi data, dan pengujian hipotesis. Masing-masing tahapan mencakup kegiatan yang saling menunjang terkait untuk membuktikan hipotesis yang diajukan.

Gambar 1 Skema disain penelitian



Data yang diperlukan berupa data morfotektonik yang meliputi kelurusan geomorfologi dan segmen sungai, data struktur geologi meliputi jurus dan kemiringan kekar. Data diolah dengan prosedur lapangan dan laboratorium seperti berikut:

- 1) Data morfotektonik dapat diamati dari kenampakan citra landsat. Data citra penginderaan jauh ini diolah dengan perangkat lunak ArcGIS dan DEM, kemudian dilakukan pengecekan lapangan. Pengecekan bertujuan untuk memastikan data citra dengan kejadian yang sebenarnya di lapangan;
- 2) Kenampakan, rekahan diamati dengan citra landsat menggunakan perangkat lunak ArcGIS 9, ER Mapper 7.0, dan Global Mapper v.9. Sementara jurus dan kemiringan kekar dilakukan pengukuran di lapangan;
- 3) Pengambilan data fisiografi, pengukuran dilakukan dengan mengambil data ketinggian di setiap titik di setiap titik pengukuran, serta mencatat posisi pengukuran;

Hasil dan Pembahasan

Hasil yang akan dibahas dalam bab ini merupakan produk dari hasil pengolahan citra satelit, pengukuran lapangan, dan hasil verifikasi data. Uji statistik digunakan untuk memverifikasi hipotesis.

Pola Jurus dan Kemiringan Kekar

Kekar-kekar merupakan gejala umum yang dapat dijumpai di lapangan. Pembentukan kekar-kekar tersebut berasosiasi dengan pembentukan struktur lainnya seperti pada pembentukan struktur sesar dan perlipatan. Gejala struktur yang demikian akan berkembang terus dalam usahanya mengimbangi gaya deformasi, sampai gaya tersebut menghilang. Pada kenampakan kekar lapangan terdiri dari kekar tarikan dan kekar Gerus.

Kenampakan kekar tarikan di Sub DAS Lengese bercirikan bidang yang tidak rata, arah yang tidak teratur. Pada umumnya litologi halus berlapis dapat menyebabkan terbentuknya kepingan dari batuan

tersebut. Kenampakan breksi gunungapi pada jurus kekar cenderung mengikuti atau mengelilingi fragmen batuan.

Kekar gerus di Sub DAS Jenelata dapat ditandai dengan beberapa ciri lapangan antara lain bidang kekarnya rata, tidak kasar serta jurus kekarnya melurus dan tidak terpengaruh oleh perubahan litologi.

Arah jurus, dikelompokkan ke dalam kelompok batuan berusia Tersier (Sub DAS Jenelata) dan kuartar (Sub DAS Lengkesse). Setelah dianalisis melalui uji beda rata-rata sampel independen, tampak bahwa pola jurus bidang perlapisan pada batuan berumur Tersier (Sub DAS Jenelata) tidak berbeda dengan pola jurus kekar pada batuan penyusun Sub DAS Lengkesse berumur Kuartar.

Hasil uji-t uji beda rata-rata sampel independen jurus kekar antara Sub DAS Lengkesse dengan Sub DAS Jenelata dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

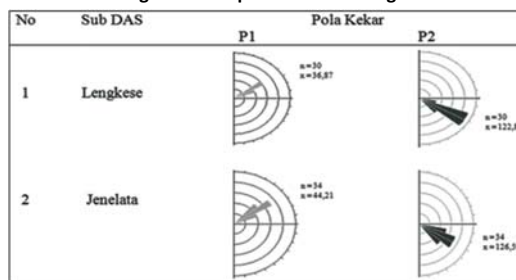
Tabel 1. Hasil uji beda independen sampel jurus kekar antara batuan gunung api Formasi Lompobattang penyusun Sub DAS Lengkesse, dan Formasi Baturappe-Cindako penyusun Sub DAS Jenelata.

Sub DAS	P	n	$\bar{X}$	S^2	t_{hitung}	$t_{\alpha(0,05)}$	Kesimpulan
Lengkesse Jenelata	I	30	36,867	343,292	1,816	1,999	Tidak berbeda
		34	44,206	166,168			
	II	30	144,933	352,340	1,221	1,999	Tidak berbeda
		34	126,588	198,856			

Pada diagram roset memperlihatkan grafis arah jurus kekar di Sub DAS Lengkesse berarah timurlaut-baratdaya pada populasi 1 dan berarah baratbaratlaut-timurmenenggara pada populasi 2. Sesar-sesar pada Sub DAS Lengkesse berarah utara-selatan merupakan penyebab arah jurus kekar.

Jurus kekar di Sub DAS Jenelata dominan berarah timurlaut-baratdaya pada populasi 1 dan berarah baratbaratlaut-timurmenenggara pada populasi 2. Pola kekar dari kedua Sub DAS Lengkesse dan Jenelata ini memperlihatkan adanya kemenerusan tektonik Tersier ke Kuartar. Diagram roset yang memperlihatkan pola kekar Sub DAS Lengkesse dan Jenelata dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 Diagram Roset pada Sub DAS Lengkesse-Jenelata



Kelurusan Geomorfologi dan Segmen Sungai

Pengolahan data azimuth kelurusan geomorfologi dan azimuth segmen sungai menggunakan beberapa teknik pemrosesan kontras dari enam band data citra Landsat. Gambar-gambar dari semua band dibandingkan dalam hal kenampakan kontras dan fitur

geologi (kelurusan/lineament). Sebagai hasil dari evaluasi visual, dipilih untuk studi ini adalah citra Landsat 7 ETM saluran 4 merupakan data yang dapat memberikan informasi dengan panjang gelombang antara 0,76 s/d 0,9 μm , karena saluran tersebut menunjukkan kontras yang baik dan menampakkan kelurusan geomorfologi dibandingkan dengan saluran-saluran lainnya.

Pada Sub DAS Lengkesse, azimuth kelurusan bernilai rata – rata 54,52°E pada populasi 1 dan 137,96°E pada populasi 2. Nilai terendah azimuth kelurusan pada Sub DAS Lengkesse 21,3°E dan tertinggi 80°E pada populasi 1, sedang pada populasi 2 terendah 90°E dan tertinggi 179°E pada populasi 2. Azimuth kelurusan pada Sub DAS ini dominan timurlaut-baratdaya pada populasi 1 dan timurmenenggara-baratbaratlaut pada populasi 2.

Pada Sub DAS Jenelata, azimuth kelurusan mempunyai nilai terendah 4,9°E dan tertinggi 83oE pada populasi 1, serta pada populasi 2 nilai terendah 93,5°E dan tertinggi mencapai nilai 175,6°E. Nilai rata-rata kelurusan struktur pada Sub DAS Jenelata adalah 46,43°E pada populasi 1 dan 124,63°E pada populasi 2. Azimuth kelurusan yang dominan pada Sub DAS Jenelata berazimuth timurlaut-baratdaya pada populasi 1 dan timur menenggara-barat barat laut pada posisi 2. Azimuth kelurusan ini berimpit dengan azimuth sungai-sungai Jenelata, Datara dan Sungai Jenesapaya. Nilai kelurusan ini merupakan refleksi dari tektonik lengan selatan Sulawesi. Pada Sub DAS Jeneberang Hilir azimuth kelurusan dominan tenggara-barat laut pada populasi 2.

Pengolahan data segmen sungai pada Sub DAS Lengkesse dengan 73 titik pengamatan dan Sub DAS Jenelata dengan 27 titik pengamatan. Data perbandingan rata-rata azimuth segmen sungai dengan rata-rata azimuth kelurusan struktur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan antara nilai rata-rata azimuth kelurusan struktur dengan nilai rata-rata segmen sungai pada DAS Jeneberang.

Nilai rerata azimuth (°) Kelurusan dan segmen sungai			
Sub DAS	P	Kelurusan (°E)	Segmen sungai (°E)
Lengkesse	I	54,52	54,46
	II	137,96	138,12
Jenelata	I	46,43	45,5
	II	124,63	124,38

Azimuth segmen sungai pada DAS Jeneberang mengikuti azimuth kelurusan struktur pada DAS yang sama. Hasil uji beda rata-rata data azimuth kelurusan dan azimuth segmen sungai dapat dilihat pada Tabel 3.

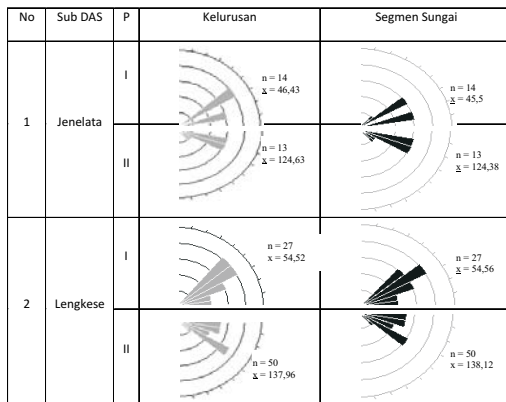
Tabel 3. Hasil uji beda rata-rata sampel berpasangan antara azimuth kelurusan (lineaments) dengan azimuth segmen sungai (river segments) di DAS Jenelata dan Sub DAS Lengkesse

Sub DAS	P	n	$\bar{X}$	S_B	t_{hitung}	$T_{n-1}(0,975)$
Jenelata	I	14	0,993	1,863	1,874	2,145
	II	13	0,252	1,797	0,506	2,2010
Lengkesse	I	23	0,065	0,475	0,654	1,963
	II	50	-0,157	0,971	1,145	2,010

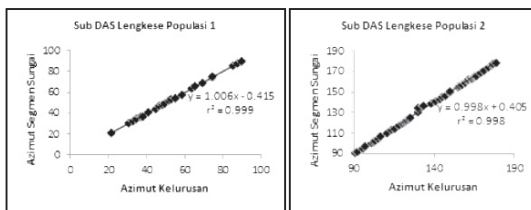
Dengan membandingkan t hasil perhitungan dengan t tabel dapat diambil keputusan untuk menerima masing-masing hipotesis nol dan sebaliknya menolak hipotesis alternatif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara azimuth kelurusan (*lineaments*) dengan azimuth segmen sungai (*river segments*) pada DAS Jenelata dan DAS Lengkesse.

Gambar 2 memperlihatkan diagram roset azimuth kelurusan dan azimuth segmen sungai untuk DAS Jenelata dan DAS Lengkesse. Hasil memperlihatkan harga rata-rata hampir sama, kemudian grafis azimuth kelurusan dan azimuth segmen sungai hampir tidak dapat dibedakan pada masing-masing Sub DAS. Dengan demikian memperkuat kesimpulan hasil uji beda rata-rata yaitu tidak terdapat perbedaan antara azimuth kelurusan dengan segmen sungai di DAS Jenelata dan DAS Lengkesse. Grafik di bawah memperlihatkan azimuth kelurusan struktur berimpit dengan azimuth segmen sungai. Seperti yang terlihat pada Gambar berikut:

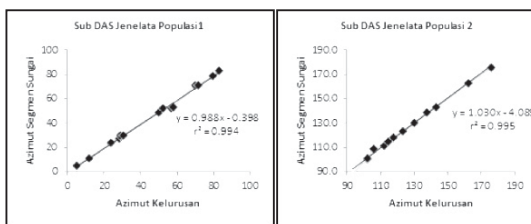
Gambar 3. Diagram roset yang menampilkan azimuth kelurusan dan segmen sungai pada 5 Sub DAS di DAS Jeneberang.



Gambar 4. Grafik hubungan antara azimuth kelurusan geomorfologi dengan azimuth segmen sungai di Sub DAS Lengkesse



Gambar 5. Grafik hubungan antara azimuth kelurusan geomorfologi dengan azimuth segmen sungai di Sub DAS Jenelata



Gambar 4 dan 5 di atas memperlihatkan hubungan secara fisik segmen-segmen sungai pada DAS Jenelata-Lengkesse dikontrol oleh struktur geologi yang ada di sekitar DAS Jeneberang. Hal tersebut memperlihatkan bahwa geomorfologi DAS Jenelata-Lengkesse dikontrol

oleh sistem tektonik bagian selatan Sulawesi.

Simpulan

Berdasarkan pengamatan struktur geologi di lapangan mengindikasikan adanya aktivitas tektonik di DAS Jenelata-Lengkesse. Indikasi ini berupa breksi sesar, gawir sesar (scarp), offset batuan, cermin sesar, zona hancuran, arah-arah kelurusan serta kekar tarik dan kekar gerus pada DAS Jenelata-Lengkesse.

Arah rata-rata jurus kekar pada sistem berumur Miosen Tengah tidak berbeda secara signifikan terhadap jurus kekar pada sistem tektonik berumur Plistosen. Hal ini menandakan tektonik di wilayah ini berpengaruh terhadap DAS Jenelata-Lengkesse.

Pola kelurusan geomorfologi pada DAS Jenelata-Lengkesse memperlihatkan kerapatan relatif tinggi pada DAS Jenelata-Lengkesse. Pola kelurusan ini merupakan refleksi dari tektonik lengan selatan Sulawesi yang menerus dari umur Tersier sampai tektonik berumur Kuartar (Holosen).

Pola umum azimuth kelurusan morfologi tidak berbeda secara signifikan dengan pola umum azimuth segmen sungai. Hal ini berarti bahwa sungai-sungai mengalir mengikuti pola struktur geologi yang terbentuk akibat pengaruh tektonik.

Daftar Pustaka

- Anderson, E.M, 1951. *The Dynamics of Faulting*. Edinburgh: Oliver & Bo.
- Billing, M.P., 1972. *Structural Geology*. New Jersey: Practice-Hall, Englewood Cliff, 606 p.
- Bull, W.B. and L.D. McFadden, 1977. *Tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault, California*. In Doebling, E. O., ed., *Geomorphology in arid regions: Proc. Eighth Annual Geomorphology Symposium, State University New York, Binghamton*, p.115-138.
- Burbank, D.W., and R.S. Anderson, 2001. *Tectonic Geomorphology*. Massachusetts: Blackwell Science, Inc. 274 p.
- Doornkamp, J. C. 1986. *Geomorphological Approaches to the Study of Neotectonics*. Journal of the Geological Society, London, Vol. 143, pp. 335-342.
- Hall, Robert. 2002. *Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and The SW Pacific: Computer-Based Reconstructions, Model and Animation*. Journal of Asian Earth Sciences. Pergamon.
- Hamilton, Warren. 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*. Washington: Geological Survey Profesional Paper 1078. 345 p.
- Hirawan, Febri. 2007. *Riset, Bergulirlah Proses Ilmiah*. Bandung: Unpad Press. 296h.
- Hirawan, Febri., D. Muslim and E. Sukiyah, 2010. *A Measure of Intense Active Tectonism Through Manifestation of River Basin Morphometry Development on Quaternary Volcanic Deposits (4235) - Case study : at Ciremai and Slamet Volcanoes*. Sydney: FIG Congress 2010 Facing the Challenges – Building the Capacity, Sydney, Australia, 11-16 April 2010. Melalui: <http://fig.net/pub/fig2010/papers/fs04d%5Cfs04d_hirawan_muslim_et_al_4235.pdf>, [22/04/2011].
- Katili, J. A. 1989. *Evolution of the Southeast Asian Arc Complex*. Jakarta: Geol. Indon. V.12, no 1. p.113–143.
- Massinai, M.A., dan M.N. Nakir, 2009. *Pola Gerakan Tanah Kota Makassar Ditinjau dari Pendekatan Teori Tektonik Lempeng*. Yogyakarta: Prosiding PIT 34 HAGI.
- Sartono, S., I. Hendrobsono, H. Murwanto, B. Suprpto, 1990. *Tektonik Akresi di Buton : Olistostrom dan Melange Diapir*. Bandung: Proceeding of the 19th Annual Convention of the Indonesian Association of Geologists.
- Sukanto, R. dan Supriatna. 1982. *Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.