

JURNAL

WAHANA TEKNIKJURNAL ILMIAH BIDANG KETEKNIKAN ANTAR PERGURUAN
TINGGI SWASTA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

DISTRIBUSI, MINERALOGI, DAN KOMPOSISI KIMIA GRANITOID
DI SUMATERA

Sutanto
Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran", Yogyakarta

1 - 14

PENURUNAN KADAR MERKURI (Hg) DENGAN MENGGUNAKAN
FILTER KARBON AKTIF ARANG TEMPURUNG KELAPA
(Studi Kasus : Limbah Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia)

Kasam, Andik Yulianto, dan Tifa Trikarini
Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

15 - 30

GENERATION OF HIGHER ORDER ACCURACY FINITE
DIFFERENCE FORMULAS

Ahmad Zakaria
University Lampung, Bandar Lampung

31 - 47

KOROSI MAGNESIUM SULFAT PADA BETON PC TIPE 1
DIBANDING PADA BETON PPC TIPE A

Mudji Suhardiman
Universitas Janabadra, Yogyakarta

48 - 58

ANALISIS MEKANISME KELONGSORAN DAN
PENANGGULANGAN PADA KOMPLEK RICE PROCESSING UNIT
(RPU) KUTAI KERTANEGARA

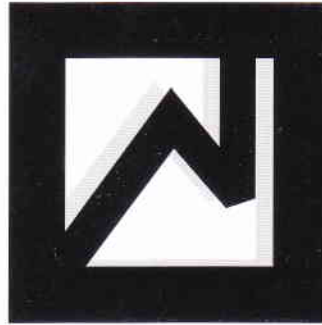
Suharjanto dan Teguh Widodo
Universitas Janabadra, Yogyakarta

59 - 66

UTILIZING SOIL TEXTURE AND ORGANIC CARBON DATA FOR
SIMULATING THE UNSATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY :
ON VALIDATION OF THE FRACTAL MODEL

Samsul Bakri
University of Lampung, Bandar Lampung

67 - 72



W A H A N A T E K N I K

Vol. 7 No. 1 April 2005

**JURNAL KETEKNIKAN ANTAR PERGURUAN TINGGI SWASTA
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Penasehat:

Koordinator Kopertis Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta

Ketua:

Widodo, Ir. MSCE. Dr. Prof.

Sekretaris/Bendahara: Sukarno, Ir. SU.

Dewan Redaksi:

Bambang Wisaksono, Ir. MT.

Edy Harseno, Ir.

Ida Bagus Agung, Ir. MT.

Koentoro Subijarso, Ir.

Lilik Karnaen, Ir. MT.

Nurokhman, Ir. MT.

Parmonangan Manurung, Ir. MT.

Sentot Hardwiyono, Ir. MT.

Suharjanto, Ir. MSCE.

Mitra Bestari:

Sari B. Kusumayudha, Ir. Dr.

Sukarno, Ir. SU

Widodo, Ir. MSCE Dr. Prof.

Nurokhman, Ir. MT.

Lutfi Hasan, Ir. Dr.

Distribusi dan Administrasi:

Ananto H., Ir.

Golowati

Hermani

Jurnal Wahana Teknik terbit empat bulanan

Terbit pertama kali April 1999

Penerbit:

Bidang Keteknikan Antar Perguruan Tinggi Swasta Daerah Istimewa Yogyakarta

Alamat Penerbit / Redaksi:

Jurnal Wahana Teknik

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km 14,4 Yogyakarta 55584, Telp. (0274) 895042, 895707 Fax : (0274) 895330

e-mail : teknisia@ftsp.uii.ac.id

Berdasarkan SK Dirjen Dikti No. 39/DIKTI/Kep/2004, sejak 10-11-2004

Jurnal WAHANA TEKNIK dinyatakan di **AKREDITASI**

DISTRIBUSI, MINERALOGI, DAN KOMPOSISI KIMIA GRANITOID DI SUMATERA

Sutanto

Abstract: *The granitoid plutonic rocks are very common exposed in the Sumatera Island as batholits, stocks, and dykes. These plutons intrude the Permocarboneous, Jurassic, Cretaceous, and Tertiary rock formations and they are distributed along the island from Aceh in the north until Lampung region in the south. The granitoids that cut the Permocarboneous rock formations are located in the east of Semangko fault system, while the plutons that cut the Jurassic, Cretaceous rock formations are distributed in the west of Semangko fault system and the youngest plutons cut the Tertiary rock formations in the Semangko fault system exactly. According the mineralogical classification, the names of granitoids are diorite, granodiorite, adamelite, granite, and trondhjemite. The mineral and chemical composition of rocks come from lava that generates on subduction line showed by the negative anomalies in titan, zirconium, and niobium in the spider diagrams. The diversity of mineralogy, chemistry, and rock names are affected by evolution process and it may be correlated with their ages.*

Kata-kata Kunci: Distribusi, Mineralogi, dan Komposisi Granitoid.

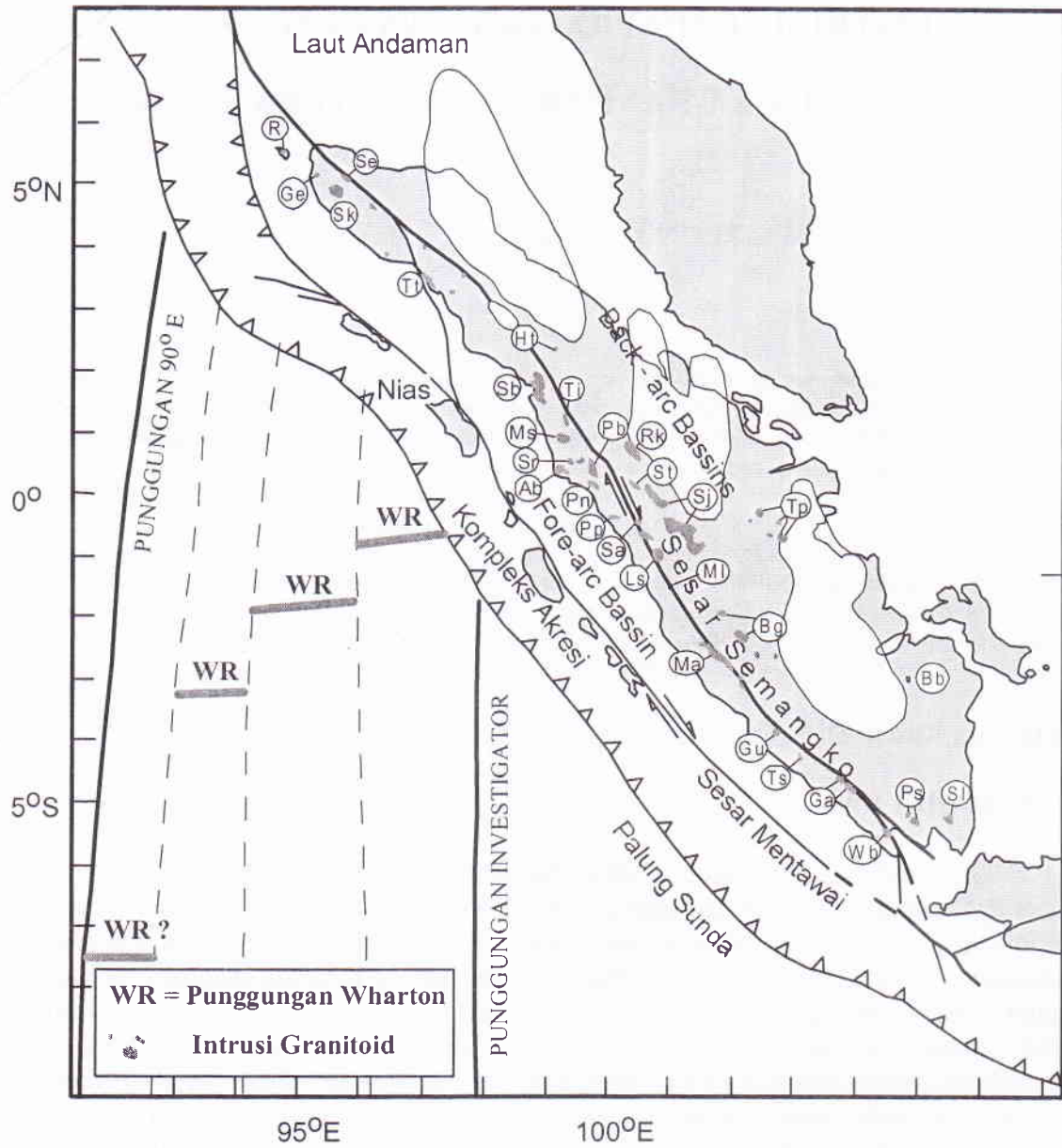
1. PENDAHULUAN

Granitoid adalah batuan beku bertekstur fanerik kasar yang komposisi mineralnya didominasi oleh feldspar dan kwarsa dan sedikit mineral mafik. Sumatera merupakan pulau terbesar dalam system busur kepulauan aktif di Indonesia. Pulau yang panjangnya kurang lebih 1,700 kilometer, dan memanjang baratlaut-tenggara (NW-SW) sejajar dengan palung Sunda, kedua elemen tektonik ini dipisahkan oleh cekungan busur muka (fore arc basin) dan kompleks akresi (accretionary complex) yang mempunyai lebar 300 kilometer. Sebagian dari kompleks akresi tersebut muncul sebagai pulau-pulau yang terletak di lepas pantai barat Sumatera (Gambar 1.).

Penunjaman modern lempeng samodra Hindia terhadap pulau Sumatera miring kurang lebih 50° di bagian selatan pulau dan berangsur semakin kecil ke arah utara. (Widiyantoro dan van der Hilst, 1996). Tumbukan miring ini menyebabkan terbentuknya sesar mendatar Semangko di daratan Sumatera dan sesar mendatar Mentawai di daerah busur depan (Malod dan Kemal, 1996). Umur kerak samodra yang sedang menunjam adalah Kapur Akhir disebelah selatan pulau dan berangsur menjadi Paleosin dan Eosin kearah utara, fosil Wharton Ridge masuk dan menunjam di bawah pulau Sumatera di sebelah barat pulau Nias.

Ketebalan kerak benua di Sumatera kurang lebih 30 kilometer dan sebagian besar merupakan bagian dari dataran Sunda yang berumur Permokarbon (Simandjuntak dan Barber, 1996), sementara di Sumatera bagian tengah dan Sumatera bagian selatan ditempati oleh mikro kontinen Mergui yang merupakan bagian dari benua Gondwana

Sutanto adalah Staf Pengajar Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran (UPN) "Veteran", Jl. Lingkar Utara, Condong Catur, Yogyakarta 55283.



R	Raya	Ti	Timbahan	St	Setangkai	Ma	Muara Aman
Ge	Geunteut	Ms	Muarasoma	Pp	Padangpanjang	Gu	Gumai
Se	Seukeun	Sr	Selebaru	Sa	Sulit Air	Ts	Tanjungasaki
Sk	Sikoleh	Pb	Panyambungan	Sj	Sijunjung	Gb	Garba
Tt	Tapaktuan	Ab	Air Bangis	Ls	Lasi	Bb	Boombaru
Ht	Hatapang	Pn	Panti	Tp	Tigapuluh	Ps	Pringsewu
Sb	Sibolga	Rk	Rokan	MI	Muaralabuh	Sl	Sulan
				Bg	Bungo	Wb	Wai Bambang

Gambar 1. Peta tektonik Sumatra dan Samodra Hindia bagian timur dan penyebaran intrusi granitoid di Sumatra (Sutanto, 1997)

yang berumur Paleozoikum akhir. Suture Lematang membatasi mikro kontinen Mergui dengan kelompok batuan yang didominasi batuan asal busur kepulauan berumur Jura hingga Kapur yang disebut grup Woyla (Cameron et al., 1980; Pulunggono dan Cameron, 1984). Formasi batuan tersebut diterobos oleh granitoid yang pembentukannya berkaitan dengan penunjaman (subduction-related granitoids) berumur Perm hingga Kapur Awal (McCourt et al., 1996). Seri batuan vulkanik dan batuan sediment berumur tersier dan kuartar menutup secara tidak selaras batuan dasar paleozoikum dan mesozoikum. Batuan vulkanik tersebar di sepanjang Bukit Barisan sedangkan batuan sediment menempati cekungan-cekungan sediment tersier.

Di pulau Sumatera granitoid terdapat sebagai *batholit*, *stock*, *dike* dan beberapa tempat tersingkap sebagai jendela (window) diantara formasi batuan tersier atau kuartar, secara geografis granitoid tersingkap di seluruh bagian pulau, dari propinsi Aceh hingga propinsi Lampung. Sedangkan secara geologis letak intrusi granitoid dikelompokkan menjadi tiga (Brown, 1982), yaitu (Gambar 1.):

- a. Intrusi granitoid berupa batholit, stock, dan dike terletak disebelah timur Sesar Semangko. Intrusi-intrusi tersebut menerobos batuan dasar yang pada umumnya berupa batuan metamorfik berumur pre-tercier dan berupa kerak benua (van Bemmelen, 1970), selain batuan metamorfik juga formasi batuan sedimen berumur permo-carbon, perm dan trias. Umur batuan dasar ini lebih tua dari : a. pembentukan samudra Hindia dan juga pemisahan India dan Australia pada Kapur Awal-Kapur Tengah (Johnson et al., 1976; Powell et al., 1988). b. dengan pemisahan benua Gondwana benua Eurasia. Data-data pemboran minyak bumi menunjukkan bahwa hampir semua batuan tersier di Sumatera terletak tidak selaras di atas batuan dasar yang terdiri dari batuan metamorfik dan granitoid.
- b. Pluton granitoid juga terdapat terrain Kenozoik. Pluton-pluton jenis ini umumnya terletak di sebelah barat Sesar Sumatera dan memotong batuan berumur tersier seperti halnya yang terdapat di Wai Bambang (Lampung), Perbukitan Gumai (Sumatera Selatan), Painan (Sumatera Barat), Air Bangis dan Muarasoma (Sumatera Utara) dan Sikoleh (Aceh).
- c. Intrusi yang umumnya sebagai dike yang terdapat pada sesar itu sendiri, seperti yang terdapat di Tanjungsakti, Muara Aman, dan Muara Labuh.

2. PENELITIAN LAPANGAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam misi lapangan untuk mempelajari geokimia dan umur batuan vulkanik dan plutonik di Sumatera pada tahun 1994 hingga 1996. Pengambilan contoh dilakukan di beberapa pluton granitoid, yaitu di daerah Aceh, singkapan granitoid antara kota Sibolga dan Tarutung, dataran tinggi Padang, batuan dasar di Cekungan Sumatera Tengah, perbukitan Tigapuluh, daerah Bengkulu dan Lampung, data-data lokasi beserta hasil analisis kimia secara lengkap terdapat dalam desertasi Sutanto (1997).

Di daerah Aceh, contoh batuan diambil di daerah Tapaktuan yaitu dari sebuah stock yang memotong grup Woyla di dusun Blank Pidie (TT 147) dan di tepi jalan 2 kilometer di sebelah utara Tapaktuan (TT 149). Duabelas contoh batuan granitoid (SB 19, 19 D, 19 E, 20, 21, 24, 26, 86, 87, 89, 91, 92) diambil pada batholit yang memotong formasi Kluet yang berumur Permo-Karbon di daerah Sibolga, sebuah contoh (PB 49) dikoleksi di desa Gunung Tua, dekat kota Panyambungan. Sementara dari batuan dasar cekungan Sumatera Tengah diwakili oleh batuan granitoid (C4), yang diambil di sumur

Balam selatan pada kedalaman 2560 meter serta contoh C5, pada sumur Pak 1, pada kedalaman 1221 meter. Di Perbukitan Tigapuluh, contoh batuan diambil pada stock granitoid yang memotong formasi Gangsal. Salah satu contoh batuan (BT 3) diambil pada singkapan di depan Pompa Bensin Pematang Kapau, sementara contoh BT 4 dikoleksi pada penggalan batu 12 kilometer sebelah barat Pematang Kapau.

Sekitar duapuluh contoh granitoid diambil di dataran tinggi Padang. Contoh-contoh tersebut memotong formasi batuan berbeda-beda. Contoh RDC 16, adalah batolit yang memotong formasi Kuantan dari grup Tapanuli yang berumur Permokarbon, sementara dari beberapa intrusi yang memotong formasi Silungkang diambil 5 contoh batuan (PD 5, PD 6, RDC 10, RDC 11, RDC 12), sedangkan contoh PN 28, PP 11 dan PLN 99 adalah batuan granitoid yang memotong grup Woyla. Singkapan granitoid yang merupakan "jendela" pada batuan sediment tersier Cekungan Ombilin terdapat di daerah Sulit Air (RDC 3, 4, 5), daerah Setangkai (RDC 15, 18 dan BTS 95) Dari granitoid yang tersingkap di sepanjang sesar Semangko (SP 46 dan 48) dikoleksi di desa Muaralaboh, di sebelah utara Gunung Kerinci. Dari daerah Bengkulu contoh batuan diambil pada dyke yang memotong formasi Hulusimpang di desa Tanjung Sakti (MN 120) dan di Muara Aman (MA 149).

Batuan granitoid di daerah Lampung tersingkap di daerah Sulan dan Pringsewu, batuan tersebut memotong kompleks Gunungkasih (Permokarbon) yang terdiri atas mikasekis, gneiss dan amfibolit. Kompleks Gunungkasih ini oleh Cameron *et al.*, (1980) disetarakan dengan grup Tapanuli. Contoh batuan PS 1, 2, dan 3 diambil dari granitoid yang memotong kompleks Gunungkasih di daerah Pringsewu, sementara WS 4 memotong kompleks yang sama di daerah Wai Sulan yang dipotong oleh beberapa dyke granitoid (WS 1, 2 dan 3).

3. ANALISIS LABORATORIUM

3.1. Petrografi

Analisis petrografi dilakukan di laboratorium petrologi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Untuk analisis petrografi batuan dipotong dan diasah hingga mencapai ketebalan 0,03 mm dan dilekatkan pada kaca preparat yang kemudian disebut sayatan tipis batuan (thin section). Dengan sayatan tipis ini batuan dianalisis kandungan mineral, struktur dan teksturnya.

Berdasarkan granularitas dan kandungan mineral mafiknya batuan granitoid di Sumatera dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Granitoid tipe pertama mengandung fenokris ortoklas yang berukuran lebih dari 1 cm dan bahkan ada yang mencapai 5 cm. Fenokris alkali feldspar sering memperlihatkan tekstur mikropertit dan kadang-kadang memperlihatkan kembaran mikroklin. Sementara plagioklas sering memperlihatkan struktur zoning dengan komposisi andesin di tengah dan oligoklas di bagian tepi. Biotite umumnya berwarna coklat hingga coklat pucat dengan ukuran mencapai 1 cm. Mineral kwarsa umumnya unhedral, umumnya memperlihatkan pepadaman bergelombang. Mineral-mineral apatit, zircon dan sfene hadir sebagai mineral tambahan. Granitoid tipe ini tersingkap di Sibolga, Gunungtua dekat Panyambungan, Bukit Tigapuluh, batuan dasar Cekungan Sumatera Tengah di sumur Balam Selatan, dan daerah Sijunjung di bagian timur dataran tinggi Padang.

b. Granitoid berbutir sedang terdapat sebagai batolit atau stok yaitu di daerah Sikoleh, Tapaktuan, Sibolga, granit Lasi, Tigapuluh, Pringsewu dan Wai Sulan, sementara granitoid yang terdapat sebagai dike di sepanjang zona sesar Semangko seperti halnya yang tersingkap di Tanjung Sakti (Mana), Muara Aman (Bengkulu) dan di Muara Laboh dicirikan oleh kandungan kwarsa yang tinggi (40–50%) disamping ortoklas, plagioklas dan biotit. Deskripsi detail batuan granitoid dan kandungan mineral (modal) batuan-batuan tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi mineral dari beberapa intrusi granitoid di Sumatera (penamaan berdasarkan klasifikasi Debon dan Le Fort (1988), jumlah mineral dalam %)

Daerah	No	Komposisi mineral (%)								Nama
		Biotite	Amp	Opaq	Sph	Musc	Qtz	Plag	Orth	
Sibolga	SB 19	10.7	7.1	3.6			21.4	25.0	32.1	Adamellite
	SB 92	13.1		6.1			24.5	12.2	44.1	Granite
	SB 87			1.0			15.0	10.0	20.0	Adamellite
	SB 91		9.2	1.4			31.9	9.6	48.0	Granite
Panyambungan	PB 49	19.4		2.9			32.7	14.1	30.9	Granodiorite
Caltex	C 5	10.6		2.9		2.9	29.3	25.0	29.3	Granite
	C 4	5.1	3.5	0.5		4.0	20.2	11.6	55.6	Granite
Sijunjung	RDC 16	15.2		1.0			13.6	23.0	47.1	Granite
Setangkai	RDC 15	14.4	8.3	1.7			16.5	47.6	11.6	Granodiorite
	BTS 95	9.8	7.9	7.5			19.9	40.6	14.3	Granodiorite
Sulit air	RDC 3	4.2	16.8	1.7	1.7		25.3	33.6	16.8	Granodiorite
	RDC 5	4.5	22.2	2.7			22.1	39.8	8.9	Granodiorite
Lasi	S 4	7.7					π	44.4	28.9	Trondhjemite
	RDC 6	9.1		4.6			22.7	45.5	18.2	Trondhjemite
	PD 5	16.3	6.6	1.6			1.1	54.5	19.8	Diorite
Painan	PN 28	6.6		2.5	0.8		12.3	9.8	69.0	Granodiorite
Muaralaboh	SP 48	7.3		1.3			16.0	20.1	55.3	Granodiorite
Muara aman	MA 149	15.6		0.4			25.2	34.1	26.0	Adamellite
Tigapuluh	BT 3	14.8		1.7			40.7	20.6	22.2	Adamellite
	BT 4	18.6		0.5	2.9		21.4	12.9	44.3	Adamellite
Pringsewu	PS 1	17.8		8.0			9.1	53.3	18.9	Quartz Diorite
	PS 3	14.6					27.6	19.1	38.6	Adamellite
	PS 2		8.3					25.0	66.7	Diorite
Sulan	WS 4	14.4		1.7			33.9	17.0	30.5	Granodiorite
	WS 1	10.8		3.0			23.4	27.0	35.9	Adamellite

3.2. Geokimia

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur utama (major elements) maupun unsur-unsur jejak (trace elements) dalam contoh batuan (whole rock). Analisis ini dilaksanakan di laboratorium Geokimia *Universite de Bretagne Occidentale*, Brest, Perancis dengan metode "*Inductivity Coupled Plasma - Absorption and Emission Spectrometre*" (ICP - AES). Dasar analisis ICP - AES adalah menggunakan plasma (larutan) sebagai system ionisasi dari contoh batuan yang dianalisis. Kemudian larutan dilewatkan pada gas Argon yang bersuhu sangat tinggi sehingga terjadi ionisasi unsur akan menunjukkan panjang diameternya masing-masing, yang kemudian digambarkan pada grafik. Dari grafik yang dihasilkan bias dikenal jumlah unsur yang dianalisis. Alat untuk analisis tersebut berupa spectrometer polikromatik dan spectrometer monokromatik; spectrometer polikromatik digunakan untuk menganalisis unsur utama dan stronsium (Sr) secara bersamaan dan sangat cepat, sementara spektrometer monokromatik digunakan untuk menganalisis unsur-unsur P, Sc, V, Cr, Co, Ni, Ba, Y, Zr, Nb, La, Ce, Nd, Eu, Dy, Er, dan Yb. Hasil analisis kimia dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2.

3.3. Unsur Utama

Berdasarkan pengamatan mikroskopis dan kecilnya (0,34 à 1,56 %) kandungan unsur "habis dibakar" (LOI = lost of ignition), batuan granitoid yang dianalisis adalah segar, kecuali contoh batuan SB 87 dengan LOI = 2,29 % dan PS 2 yang LOI nya 1,82%. Kandungan SiO₂ berkisar antara 53,6 % (PD 5) dan 79,2 % (S 4). Diagram variasi oksida-oksida terhadap SiO₂ disajikan pada gambar 5; TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃*, MnO, MgO, CaO, dan P₂O₅ memperlihatkan korelasi negative terhadap SiO₂. Distribusi semacam ini sebagai konsekwensi bahwa pembentukan mineral-mineral piroksin, hornblende, biotit dan plagioklas memerlukan oksida-oksida tersebut selama proses deferensiasi. Sementara itu, kandungan Na₂O dan K₂O menunjukkan korelasi positif terhadap SiO₂, hal ini dapat dijelaskan bahwa Na-plagioklas dan K-feldspar akan meningkat selama proses deferensiasi.

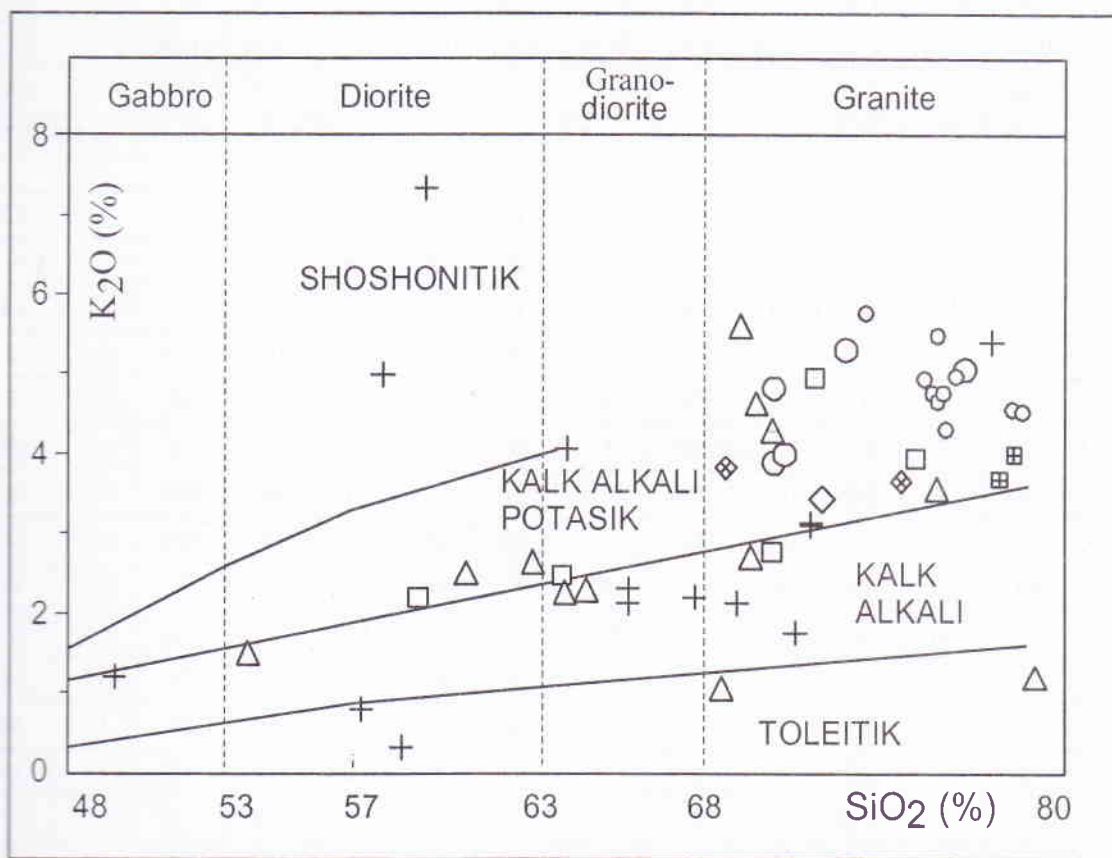
Kandungan MgO dan Fe₂O₃* yang cenderung menurun terhadap naiknya kandungan silica (SiO₂) juga terlihat pada diagram AFM (Brown, 1982), di mana batuan-batuan tersebut merupakan granitoid berafinitas kalk alkali (Gambar 2.).

Dalam diagram SiO₂ vs K₂O (Gambar 3.) dari Peccerillo dan Taylor (1976), contoh-batuan yang mempunyai kandungan SiO₂ antara 53% dan 65% terletak pada batas antara Kalk alkali dan kalk alkali potasik, sedangkan batuan dengan kandungan SiO₂ lebih dari 68% sebagian besar termasuk kalk alkali potasik hingga shoshoniti. Perkecualian terdapat pada contoh nomor RDC 6, yang berasal dari intrusi Lassi, dan S 4 yang berasal dari Lampung, keduanya termasuk dalam kalk alkali potassium rendah.

3.4. Unsur Jejak

Batuan plutonik dari pulau Sumatera miskin akan unsur jejak kompatibel (compatible) Co, Ni, Cr, V, dan Sc. Elemen-elemen kompatibel tersebut memperlihatkan korelasi positif klasik terhadap kenaikan kandungan silica. Kenampakan ini menunjukkan bahwa Co, Ni, Cr, V, dan Sc semakin meningkat pada batuan yang terdeferensiasi.

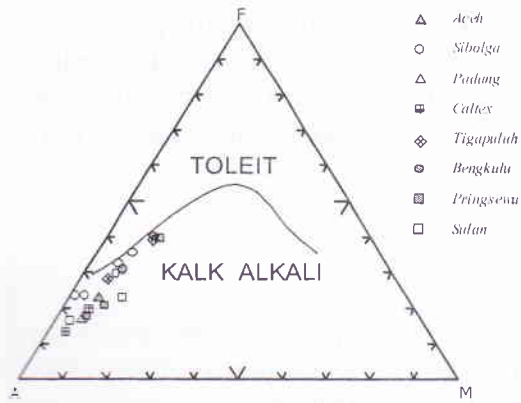
Komposisi unsur jejak dan unsur tanah langka disajikan dalam diagram multi element atau "spider diagram" yang dinormalisasi terhadap mantel primitif dan untuk unsur tanah langka dinormalisasi terhadap "chondrite", harga normalisasi diambil dari komposisi mantel primitif dan chondrite dari Sun dan McDonough (1989). Dalam "spider diagram" pada Gambar 4. diperlihatkan bahwa seluruh contoh batuan mempunyai anomali negatif untuk unsur-unsur Nb, Sr dan Ti, dalam diagram ini juga ditandai harga Ba yang sangat bervariasi. Sementara pada diagram unsur tanah langka (REE) contoh-contoh batuan (SB 19D, 91, 92 et RDC 16) memperlihatkan anomali negatif pada unsur Eu. Pengkayaan REE ringan sangat jelas untuk pluton granit dari Sibolga (SB 87, SB19D, dan SB 91). Anomali negatif pada Nb dan Ti mencirikan bahwa batuan batuan tersebut bersumber dari magma yang berasal dari daerah subduksi dimana unsur-unsur tersebut tetap tinggal pada fase larutan dan tidak terbawa naik oleh magma (McCulloch dan Gamble, 1991).



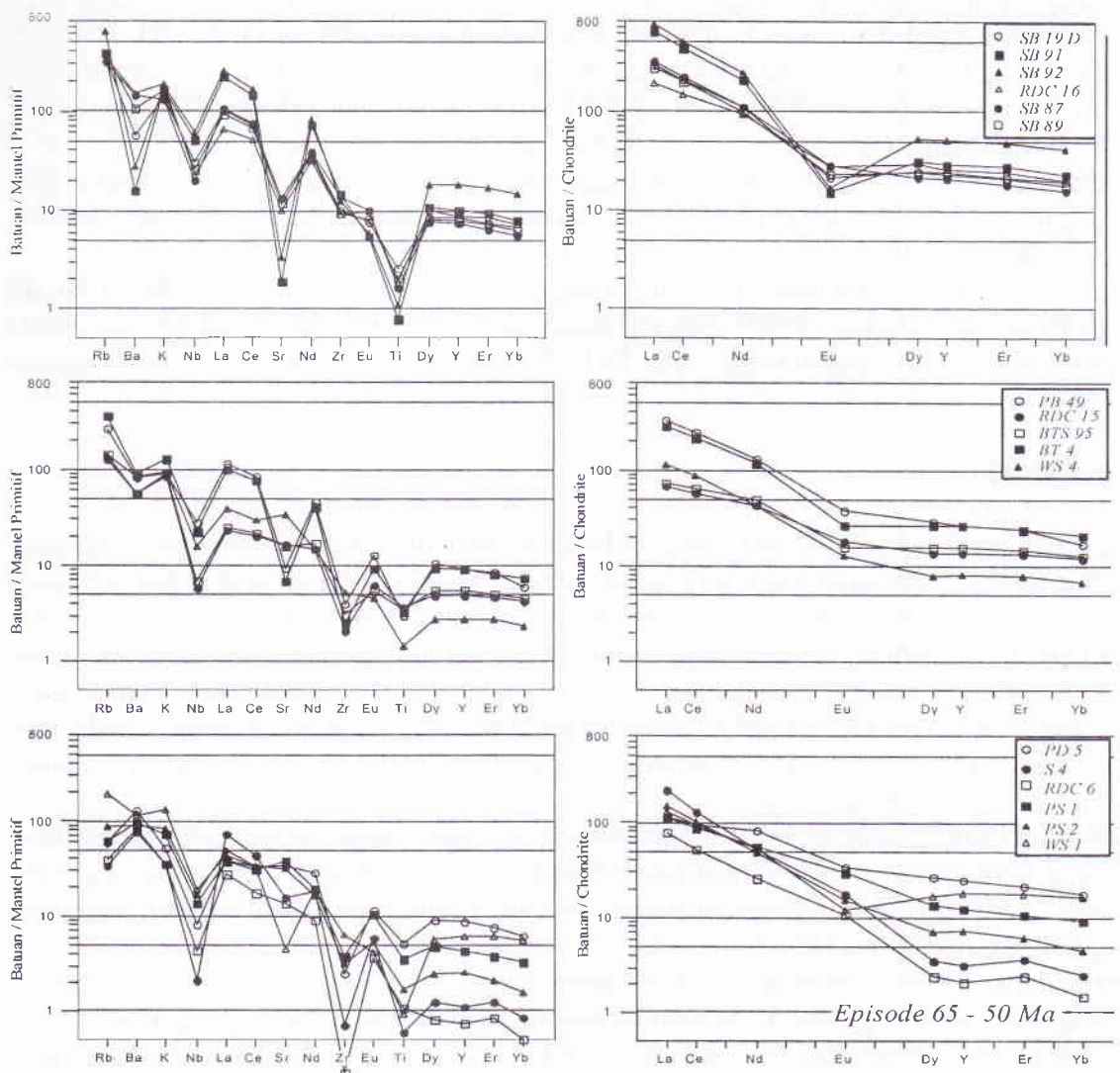
Gambar 2. Pada diagram SiO_2 vs K_2O (Peccerillo dan Taylor, 1976), granitoid di Sumatera berkomposisi gabro, diorite, granodiorit dan granit dengan afinitas bervariasi; toleit, kalk alkali, kalk alkali potasik dan shoshonitik

Tabel 2. Hasil analisis kimia dari beberapa intrusi granitoid di Sumatera

Unsur	Nomor Contoh													
	SB 87	SB 89	C 4	RD 16	BT 95	PD 5	S4	PN 28	BT 3	MA 149	PS 1	PS 3	WS 4	WS 1
SiO ₂	70.00	70.00	77.50	69.00	62.50	53.60	79.20	69.50	74.00	71.50	58.90	71.30	70.00	74.50
TiO ₂	0.36	0.44	0.20	0.40	0.76	1.10	0.13	0.69	0.37	0.32	0.77	0.34	0.31	0.20
Al ₂ O ₃	14.00	14.10	12.35	14.70	15.14	19.10	12.15	14.65	13.40	13.50	18.75	14.35	15.00	13.00
Fe ₂ O ₃ *	3.51	3.65	1.06	2.52	6.30	9.00	1.20	2.31	2.80	3.20	5.83	2.43	2.30	1.66
MnO	0.05	0.08	0.02	0.06	0.11	0.19	0.04	0.05	0.08	0.04	0.14	0.05	0.06	0.05
MgO	0.66	0.84	0.28	0.61	2.85	2.95	0.31	0.57	0.61	0.80	1.77	0.98	1.10	0.30
CaO	2.62	2.41	0.60	2.17	5.30	6.60	1.35	1.13	1.90	2.16	5.20	2.00	3.00	0.94
Na ₂ O	2.60	2.76	2.38	3.12	2.80	4.50	3.95	4.60	2.78	2.78	4.78	3.20	3.45	3.58
K ₂ O	3.92	4.86	4.04	5.62	2.67	1.51	1.06	4.66	3.69	3.40	2.20	4.98	2.80	3.95
P ₂ O ₅	0.15	0.12	0.11	0.12	0.15	0.39	0.02	0.08	0.09	0.08	0.36	0.12	0.14	0.05
LOI	2.29	0.46	1.56	0.35	1.24	0.63	0.74	1.26	0.65	0.78	1.56	0.84	0.60	0.62
Total	100.09	99.72	100.56	99.67	100.13	99.57	100.15	99.10	100.37	98.56	100.26	100.59	98.76	99.12
Cr	1	4	9	8	24	10	1	5	9	14	3	11	4.5	4
Ni	3	2	3	3	12	7	2	3	4	6	2	7	4.3	2
Co	7	1.5	1.5	4	18	14	2	2	4	6	7	5	13	1
Sc	6	3.5	3.5	8	19.5	20	2	5	2.8	10.5	6.9	3.4	6	3.2
V	35	4	12	24	162	122	12	21	19	48	49	43	6	10
Rb	248	236	450	230	88	37	22	116	259	170	39	138	89	122
Ba	740	110	246	1065	380	875	530	555	310	455	670	705	590	790
Sr	253	39	31	210	327	720	335	220	93	142	800	410	700	95
La	64	150	24	45	17	27	50	60	41	12.6	26	15.5	27	30
Nb	18	36	16.5	16.5	4.8	5.7	2	8.8	18.8	7.1	9.8	7.6	11.2	13.3
Ce	122	258	52	90	38	57	77	97	81	25	53	34	52	57
Nd	47	97	23	43	23	38	24	30.5	32	14	26	15	20	25
Zr	105	162	49	100	34	11	8	26	104	2	42	13	13	19
Eu	1.35	0.88	0.54	1.61	0.9	1.95	1	0.88	0.97	0.8	1.72	0.62	0.75	0.9
Y	36	46	14.3	40	4	39	5	19.5	31	27	19.5	6.5	12.5	28
Dy	6	7.9	3	7.35	25	6.6	0.9	3.1	4.5	4.1	3.5	1.1	2	4.2
Er	3.4	4.5	1.4	4	2.4	3.6	0.6	2.1	2.9	2.5	1.8	0.65	1.3	2.9
Yb	3	3.88	1.23	3.42	2.1	3	0.42	2.09	3.24	2.35	1.59	0.48	1.15	2.75



Gambar 3. Posisi batuan-batuan granitoid di Sumatera dalam diagram AFM (Brown, 1982), batas toleitik dan kalk alkali menurut Irvine dan Baragar (1971)



Gambar 4. Diagram multi elemen atau “spider diagram” yang dinormalisasi terhadap mantel primitif dan diagram unsur tanah langka (REE) yang dinormalisasi terhadap chondrite. Harga normalisasi menurut Sun & McDonough (1989)

Dalam "spider diagram" pada gambar menunjukkan anomaly negatif pada unsur niobium, zirconium dan titan dengan harga bervariasi. Dalam diagram REE terlihat harga unsur tanah langka berat juga sangat bervariasi. Di sini terlihat bahwa granit Lassi (S4 dan RD 6) sangat miskin (depleted) unsur tanah langka berat, kenampakan ini mirip dengan batuan adakitik.

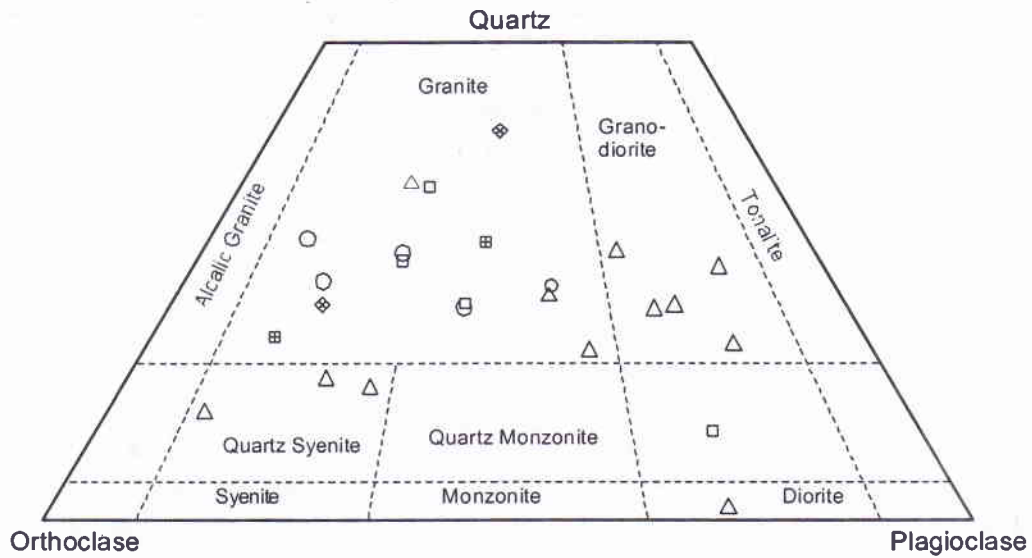
3.5. Penamaan

Dalam penelitian ini penamaan granitoid didasarkan atas tiga cara penamaan, yaitu penamaan yang didasarkan atas komposisi kimiawi (Debon dan Le Fort, 1988), penamaan yang didasarkan atas komposisi mineralogi (Streckeisen, 1976), dan penamaan yang didasarkan mineral mormatif (Barker, 1979).

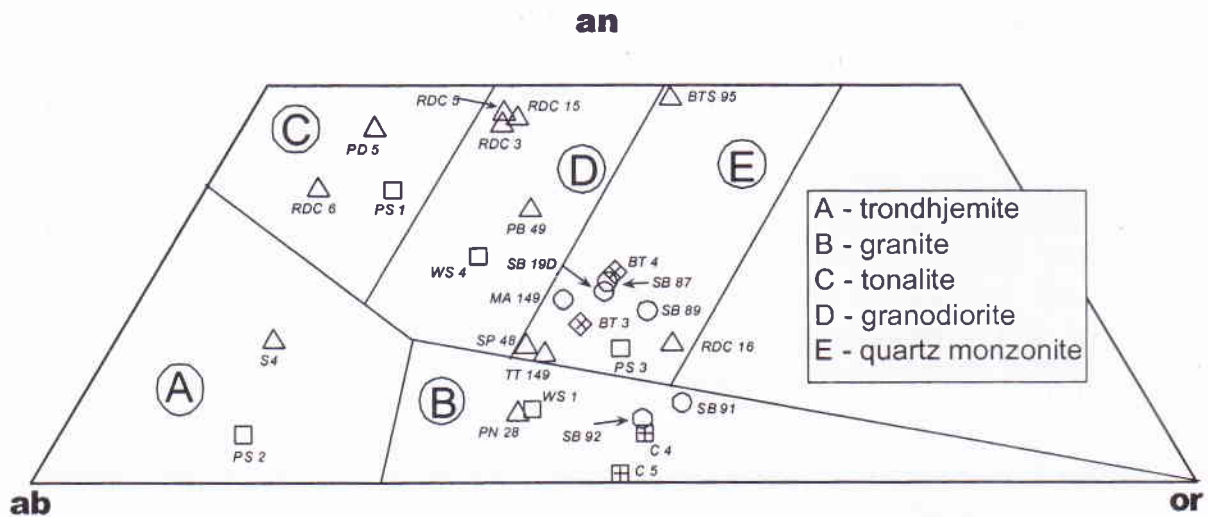
- a. Berdasarkan klasifikasi kationik dari elemen utama oleh Debon dan Le Fort, (1988) yang digambarkan dalam diagram Q-P, di mana $Q = Si/3 - (K+Na+2 Ca/3)$ dan $P = K - (Na+Ca)$ contoh batuan pada umumnya adalah adamelit (SB 19 D, 87, BT 3, 4, TT 149, PN 28, PS3, WS 1, MA 149), granit (SB 92, 89, 91, C4, 5, RDC 16), granodiorit (WS 4, PB 49, BTS 95 RDC 3, 5, 15, SP 48) dan sedikit diorit (PS1, PS2), gabro (PD 5), trondhjemite (S4) dan tonalit (RDC 6) (Gambar 5.).
- b. Dalam klasifikasi modal dengan menggunakan mineral kwarsa, alkali feldspar dan plagioklas dari Streckeisen (1976), batuan batuan di Sumatera masuk dalam syenite kwarsa, granit dan granodiorit (Gambar 6.).
- c. Sementara klasifikasi normative yang menggunakan *an* (anorthite), *ab* (albite) dan *or* (orthose) dari Barker (1979) ternyata sesuai dengan klasifikasi modal kecuali untuk S4 dan PS2 yaitu trondhjemite, dan PS1, PD5 & RDC 6 adalah tonalites (Gambar 7.)

4. KESIMPULAN

- a. Intrusi granitoid di Sumatera sebagian besar terletak di sebelah timur sesar Semangko dan Sibolga; sebagian kecil terletak di sebelah barat sesar Semangko dan sebagian terletak pada sesar itu sendiri. Intrusi-intrusi yang termasuk kelompok pertama memotong batuan dasar yang umumnya berupa batuan sedimen berumur Permokarbon yang termasuk grup Tapanuli atau yang dianggap ekuivalen. Intrusi intrusi yang terletak disebelah barat sesar Semangko memotong grup Woyla dan intrusi pada zona sesar Semangko dikontrol oleh sesar itu sendiri tanpa memperhatikan batuan dasar.
- b. Berdasarkan klasifikasi mineralogi maupun kimiawi nama batuanya bervariasi dari yang berkomposisi basa hingga asam, dengan kandungan SiO_2 berkisar antara 54% dan 79 %; jenis-jenis batuanya adalah: diorite, diorite kwarsa, granodiorit, adamelit, granit, dan trondhjemite.
- c. Kandungan unsur jejak dan unsur tanah langka yang digambarkan dalam spider diagram, batuan granitoid Sumatera memperlihatkan distribusi yang khas untuk magma yang terbentuk oleh proses subduksi. Ciri tersebut terlihat pada kehadiran anomaly negatif pada Ti dan Nb pada seluruh batuan. Pengkayaan pada unsur-unsur LILE dengan berbagai variasi menunjukkan bahwa batuan-batuan ini dihasilkan oleh pendinginan magma dengan berbagai tingkatan evolusi. Untuk mengetahui sejarah interaksi lempeng serta evolusi geokimia batuan granitoid diperlukan umur absolut dari batuan-batuan tersebut.



Gambar 6. Keragaman granitoid Sumatera pada segitiga klasifikasi madal Streckeisen (1976)



Gambar 7. Variasi nama granitoid Sumatera pada klasifikasi berdasarkan komposisi normative (An, Ab, dan Or) dari Barker (1979)

5. DAFTAR RUJUKAN

- Barker, F., 1979, *Trondhjemite: definition, environment and hypotheses of origin, Trondhjemite, Dacites, and related rocks*, Eds. F. Barker, New York, Elsevier, 1-12.
- Brown, G. C., 1982, *Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution and relation to volcanic arcs: Orogenic Andesite and Related Rocks*, Eds. R. S. THORPE, John Wiley and Sons. 437-461, New York.
- Cameron, N. R., Clarke, M.C.G., Aldiss, D.T., Aspden, J.A., dan Djunuddin, A., 1980, The Geology Evolution of Northern Sumatera, *Proc. Indonesian Petrol. Assoc.*, vol. 9: 149 - 188.
- Debon, F. dan Le Fort, P., 1988, A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principles, method, applications, *Bull. Minéral.*, vol. 111: 493 - 510.
- Gasparon, M. dan Varne, R., 1995, Sumateran granitoids and their relationship to Southeast Asian terranes, *Tectonophysics*, vol. 251: 277 - 299.
- Irvine, T. N. dan Baragar, W.R.A., 1971, A Guide to the Chemical Classification of the Common Rocks, *Can.J.Earth Sci.*, vol.8: 523-548.
- Johnson, B. D., Powell, C. Mc A., dan Veevers, J.J., 1976, Spreading history of the eastern Indian Ocean and Greater India's northward flight from Antarctica and Australia, *Geological Society of America Bulletin*, vol. 87: 1560 - 1566.
- Malod, J. A. dan Kemal, B.M., 1996, *The Sumatera margin: oblique subduction and lateral displacement of the accretionary prism -Geological Society Special Publication*, No. 106: 19 - 28.
- McCourt, W. J., Crow, M.J., Cobbing, E.J., dan Amin, T.C., 1996, Mesozoic and Cenozoic plutonic evolution of SE Asia: evidence from Sumatera, Indonesia, *Geological Society Special Publication*, No. 106: 321 - 335.
- McCulloch, M. T. dan Gamble, J.A., 1991, Geochemical and geodynamical constraints on subduction zone magmatism, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 102: 358 - 374.
- Peccerillo, A. dan Taylor, S.R., 1976, *Geochemistry of Eocene Calc-Alcaline Volcanic Rocks from the Kastamonu area Northern Turkey -Contrib. Mineral. Petrol.*, vol.58: 63-81.
- Pulunggono, A. dan Cameron, N.R., 1984, Sumateran Microplates: their characteristics and their role in the evolution of the Central and South Sumatera basins, *Proc. Indonesian Petrol Assoc.*, vol. 13: 121 - 143.
- Powell, C. M., Roots, S.R., dan Veevers, J.J., 1988, Pre-breakup continental extension in East Gondwanaland and the early opening of the eastern Indian Ocean, *Tectonophysics*, vol. 155: 261 - 283.
- Simandjuntak T.O. dan Barber A.J., 1996, Contrasting tectonic styles in the Neogene orogenic belts of Indonesia. In: Hall, R.& Blundell, D.J., Eds., Tectonic Evolution of Southeast Asia, *Geological Society of London Special Publication*, 106, 185-201.
- Streckeisen, A., 1976, To each plutonic rocks its proper name, *Earth Sci. Rev.*, vol. 12: 1 - 33.
- Sun, S. S. dan McDonough, W.F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, In *Magmatism in*

- the Ocean Basin, Saunders, A.D., and Norry, M.J. (eds.), *Geological Society Special Publication*, No. 42: 313 - 345.
- Sutanto, 1997, Evolution temporelle du magmatisme d'arc insulaire: geochronologie, petrologie et geochimie des magmatismes mesozoiques et cenozoiques de Sumatera (Indonesie). *Disertasi*, Universite de Bretagne Occidentale, Brest, Perancis, 247 p.
- Van Bemmelen, R. W., 1970, The Geology of Indonesia, *The Hague*, Gouvernement Printing Office. 732 p.
- Widiyantoro, S. dan Hilst, V.D.R., 1996, Structure and evolution of lithospheric slab beneath the Sunda arc, Indonesia, *Science*, vol. 271: 1156 - 1570.