

## PETROLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN GUNUNG API METULANG DI DAERAH LONGBIA, KALIMANTAN TIMUR: IMPLIKASI TEKTONIKANYA

Baharuddin

Pusat Survei Geologi

Jl. Diponegoro No. 57, Bandung 40122

### SARI

Batuan gunung api yang tersingkap di daerah Long Bia, Kalimantan Timur, terdiri atas andesit basal hingga andesit. Batuan ini dijumpai sebagai lava, retas, dan piroklastika. Secara stratigrafis, batuan ini dimasukkan ke dalam batuan Gunung Api Metulang berumur Tersier - Kuartar. Pemerian petrologi batuan umumnya memperlihatkan tekstur porfiritik, dengan fenokris plagioklas, horeblendita dan piroksen yang tertanam di dalam massa dasar plagioklas/felspar dan piroksen. Ciri geokimia unsur utama mempunyai kandungan  $\text{SiO}_2$  (52,8 - 62,5 % berat),  $\text{TiO}_2$  (0,57 - 0,75 % berat),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (15,4 - 18,6 % berat),  $\text{CaO}$  (5,4 - 9,4 % berat) dan  $\text{MgO}$  (3,21 - 7,89 % berat) dengan kandungan unsur jejak (Nb, Zr, dan Y) yang mengalami pemiskinan. Sebaliknya (LREE) unsur tanah langka ringan (La, Ce dan Nd) serta unsur ion litofil besar (Ba, Rb, K, dan Sr) memperlihatkan pengayaan. Ciri petrologi dan geokimia batuan Gunung Api Metulang Long Bia menunjukkan bahwa batuan ini terbentuk pada lingkungan busur kepulauan, dan ditafsirkan berhubungan dengan kegiatan penunjaman Borneo - Palawan pada Masa Tersier - Kuartar.

*Kata kunci: Petrologi, geokimia, Metulang Long Bia, tektonik*

### ABSTRACT

Volcanic rocks which crop out at Long Bia area, east Kalimantan, consist of basaltic andesite to rhyolite in composition. They are in the form of lava, dykes, and pyroclastics. Stratigraphically, the rocks belong to the Tertiary-Quaternary Metulang Volcanics. Petrographically, the rocks have porphyritic texture with plagioclase, feldspar, and pyroxene phenocrysts that are embedded within a groundmass. Geochemical characteristic of major elements compose of  $\text{SiO}_2$  (52,8 - 62,5 wt.%),  $\text{TiO}_2$  (0,57 - 0,75 wt.%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (15,4 - 18,6 wt.%),  $\text{CaO}$  (5,4 - 9,4 wt. %) dan  $\text{MgO}$  (3,21 - 7,89 wt.%) with depletion on trace elements (Nb, Zr, and Y). In contrast, light rare earth elements (La, Ce, and Nd) and large ion lithophile elements (Ba, Rb, K, and Sr) exhibit enrichment. Characteristics of petrology and geochemistry of the Metulang Long Bia Volcanics indicate that they were formed in an island arc environment and it is interpreted to be related to the Borneo - Palawan subduction activity during the Tertiary - Quaternary time.

*Keywords: Petrology, geochemistry, Metulang Long Bia, tectonics*

### PENDAHULUAN

Lokasi daerah penelitian termasuk ke dalam Kecamatan Peso Hulu, Kabupaten Bulungan, Kalimantan Timur (Gambar 1) yang dapat dijangkau dari Tanjung Selor melalui sungai. Secara regional wilayah ini, dipengaruhi oleh dua sistem penunjaman yaitu penunjaman berarah barat - barat daya (*Sulu Trench*) dan penunjaman Borneo - Palawan yang berarah tenggara. Batuan gunung api Formasi Metulang di daerah Long Bia belum pernah diteliti secara petrologi dan geokimia. Batuan ini terdiri atas andesit - basal hingga riolit yang tersingkap sebagai retas, lava, dan piroklastika.

Data geokimia yang disajikan dalam makalah ini adalah data tahun 2006 hasil Penelitian

Magmatisme Kalimantan Timur, Pusat Survei Geologi (PSG). Sebanyak sembilan percontohan batuan terpilih telah diamati di bawah mikroskop dan dianalisis dengan memakai metode XRF untuk unsur utama (*major elements*) (Tabel 1). Tujuh percontohan batuan dianalisis memakai metode ICP-MS untuk penentuan unsur runtu (*trace elements*) dan unsur tanah langka (*rare earth elements*) (Tabel 2). Semua analisis percontohan dilakukan di Geolab PSG. Data analisis Lembar Long Nawan (Pieters drr., 1993) (Tabel 1), N-MORB (Thompson drr., 1984), OIB dan andesit Pasifik barat daya (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989) digunakan sebagai data pembandingan dalam pemodelan. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui perkembangan magmatisme dan tektonika daerah Kalimantan bagian timur laut.

**Tataan Geologi**

Geologi regional wilayah Kalimantan didominasi oleh batuan sedimen *flysch* berumur Kapur - Paleogen (Hutchison, 1988). Hutchison (1988, 1996) dan Moss dr. (1998) mengelompokkan batuan ini ke dalam Kelompok Rajang-Embaluh. Kelompok Rajang terdiri atas Formasi Belaga, Formasi Lupar, dan Formasi East Crocker yang tersingkap di wilayah Sarawak. Sebaliknya, Kelompok Embaluh yang terdapat di wilayah Kalimantan (Indonesia) terbagi ke dalam Formasi Mentarang di bagian timur dan Formasi Selangka di bagian barat.

Pembentukan batuan Kelompok Rajang-Embaluh yang merupakan endapan *flysch* telah mengundang perdebatan panjang di antara para peneliti kebumihian. Hamilton (1979) dan Hutchison (1988) berpendapat bahwa batuan kelompok ini adalah bagian dari baji akresi (*accretionary wedge*) Kalimantan bagian utara yang terbentuk akibat kegiatan penunjaman pada Masa Kapur - Paleogen. Baji akresi ini dicirikan oleh sesar-sesar naik mengarah selatan, sedangkan batuan terdeformasi kuat dan batuan lebih

Tabel 1. Hasil Analisis Geokimia Batuan Gunung Api Metulang-Long Bia, Kalimantan Timur Memakai Metode XRF. Semua Unsur Utama Telah Dinormalisasikan Tanpa Unsur Hilang Dibakar (LOI) dan Unsur Besi Sebagai FeO\*, SWP (Pasifik Barat Daya dari Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989)

Unsur utama batuan Gunung Api Metulang-Long Bia									
	W01	RL07	W09	NO7B	NO7C	NO24B	NO19B	NO24A	NO15B
SiO <sub>2</sub>	59,23	52,82	56,62	58,45	57,58	53,78	62,54	56,59	62,50
TiO <sub>2</sub>	0,57	0,75	0,57	0,66	0,67	0,74	0,61	0,71	0,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,16	18,51	15,42	17,66	17,55	18,17	17,92	18,63	16,73
FeO*	6,87	9,65	7,26	7,26	8,83	9,02	5,75	7,95	5,73
MnO	0,17	0,22	0,13	0,13	0,15	0,13	0,10	0,15	0,11
MgO	4,75	4,11	7,89	5,35	5,67	6,04	3,21	3,72	3,21
CaO	7,36	9,48	8,46	6,36	6,16	9,09	5,44	7,75	5,52
Na <sub>2</sub> O	2,00	2,42	1,88	2,04	1,83	1,97	2,48	2,72	2,36
K <sub>2</sub> O	1,76	1,78	1,68	1,85	1,53	0,88	1,75	1,55	3,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,26	0,10	0,22	0,21	0,17	0,22	0,22	0,22
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Unsur utama batuan Gunung Api Metulang-Long Nawan (Pieters dr., 1993) dan Pasifik barat daya (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989)								
	SWP	BA111a	BA122b	DT73a	PP111c	PP46a	PP04a	SS16f
SiO <sub>2</sub>	59,52	59,67	58,10	55,44	59,81	60,31	52,40	61,01
TiO <sub>2</sub>	0,74	0,95	0,82	1,13	0,88	0,75	1,86	0,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,95	16,09	15,15	14,91	15,39	18,15	16,50	17,14
FeO*	6,33	5,65	5,57	7,42	5,46	5,28	9,99	5,20
MnO	0,13	0,14	0,15	0,17	0,11	0,10	0,16	0,10
MgO	3,86	4,28	5,38	4,51	4,60	3,20	5,91	3,26
CaO	7,10	7,03	7,52	8,87	6,36	6,05	8,20	6,12
Na <sub>2</sub> O	3,43	3,48	2,63	2,39	3,12	3,84	3,94	3,98
K <sub>2</sub> O	1,71	2,44	4,33	4,41	3,96	2,09	0,77	2,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,23	0,29	0,36	0,75	0,31	0,23	0,28	0,22
Total	100	100	100	100	100	100	100	100



Gambar 1. Lokasi penelitian magmatisme di daerah Long Bia, Kalimantan Timur.

muda cenderung tersebar ke arah utara. Sebaliknya Pieters dr. (1987) menafsirkan kelompok batuan ini sebagai endapan cekungan paparan muka (*foreland basin*). Demikian pula Moss dr. (1998), yang didukung oleh data penarikan dan geokimia, menganggap kelompok ini terbentuk dalam suatu cekungan paparan muka (*foreland basin*) atau cekungan laut sisa (*remnant oceanic basin*). Hutchison (1996) beranggapan bahwa batuan bantuh Boyan-Lubok Antu Kelompok Rajang-Embaluh berumur Kapur - Paleogen di bagian utara adalah bagian dari baji akresi yang merupakan Lajur Cekungan muka (*fore-arc basin*), sedangkan Pegunungan Schwaner di bagian selatan mewakili Lajur Magmatisme (*magmatic arc*) Kapur - Paleogen. Kegiatan magmatisme dan sedimentasi berumur Tersier hingga Kuartar berada dalam satu lajur.

Geologi daerah penelitian mengacu pada peta geologi kompilasi lembar Long Bia skala 1:250.000 (Heryanto dan Abidin, 1995) (Gambar 2). Batuan tertua yang tersingkap di daerah penelitian dan sekitarnya adalah Formasi Mentarang. Kelompok Embaluh. Formasi ini terdiri atas perselingan ritmik batuan sedimen halus endapan *flysch* yang telah mengalami deformasi kuat. Secara tak selaras, formasi ini ditindih dan diterobos oleh batuan gunung api Tersier-Jelai dan batuan gunung api Tersier-Kuartar Metulang yang berkomposisi basal hingga dasit berupa lava, piroklastika, dan retas. Batuan sedimen Tersier Formasi Sembakung yang terdiri atas perselingan klastika halus dan klastika kasar juga menindih secara tak selaras Formasi Mentarang.

Tabel 2a. Unsur Runut Batuan Gunung Api Metulang-Long Bia. Dinormalisasi Terhadap Chondrit Menurut Thompson dr. (1984)

	NO 07B	NO 07C	NO 19B	NO 24A	NO 24B	NO 21B	NO 15B
Ba	55,37	43,70	26,46	112,32	23,41	58,33	38,08
Rb	327,83	152,89	50,26	383,74	121,91	313,83	121,89
Th	336,19	236,67	112,86	403,57	152,96	356,67	163,81
K	123,76	101,28	116,77	103,84	57,76	211,55	202,90
Nb	26,89	18,86	16,37	17,03	16,11	15,40	16,29
La	110,46	77,99	55,09	104,76	50,24	67,23	71,43
Ce	77,46	58,28	43,72	68,29	36,37	48,22	53,12
Sr	40,46	46,43	34,87	50,77	19,22	28,16	48,50
Nd	44,37	36,29	31,41	33,86	25,70	27,17	34,22
P	19,83	19,45	19,83	20,49	15,65	5,41	19,83
Sm	26,90	23,50	22,22	18,42	17,00	17,04	22,22
Zr	10,52	12,45	12,81	6,39	5,12	5,57	20,70
Ti	6,21	6,17	5,67	6,70	6,81	3,55	5,60
Tb	12,88	11,15	12,12	9,42	8,46	8,06	10,96
Y	10,54	8,47	10,45	7,93	6,74	7,18	8,88
Tm	9,41	7,35	8,82	7,35	5,00	6,18	7,65
Yb	8,95	6,73	8,32	7,14	4,73	6,05	7,50

**Petrologi**

Hasil pengamatan petrologi menunjukkan bahwa batuan ini digolongkan sebagai basal, andesit basal hingga andesit. Basal percontoh NO 24a berwarna kelabu, bertekstur porfiritik dengan fenokris labradorit dan piroksen orto, dan klino. Andesit NO 7b dan WI 09, berwarna kecoklatan, bertekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas dan piroksen. Plagioklas berbentuk batang dan sering mengandung inklusi gelas sekeliling kristal. Piroksen sebagai fenokris dan massa dasar setempat tumbuh bersama (WI 09) (Gambar 3a). Andesit-basal (Gambar 3b) WI 01 berwarna kelabu, bertekstur porfiritik dengan struktur aliran pilotaktik. Fenokris plagioklas berjenis oligoklas dan labradorit (An 21-64), sedangkan piroksen adalah jenis orto dan klino yang telah berubah menjadi klorit, tertanam dalam massa dasar plagioklas dan piroksen.

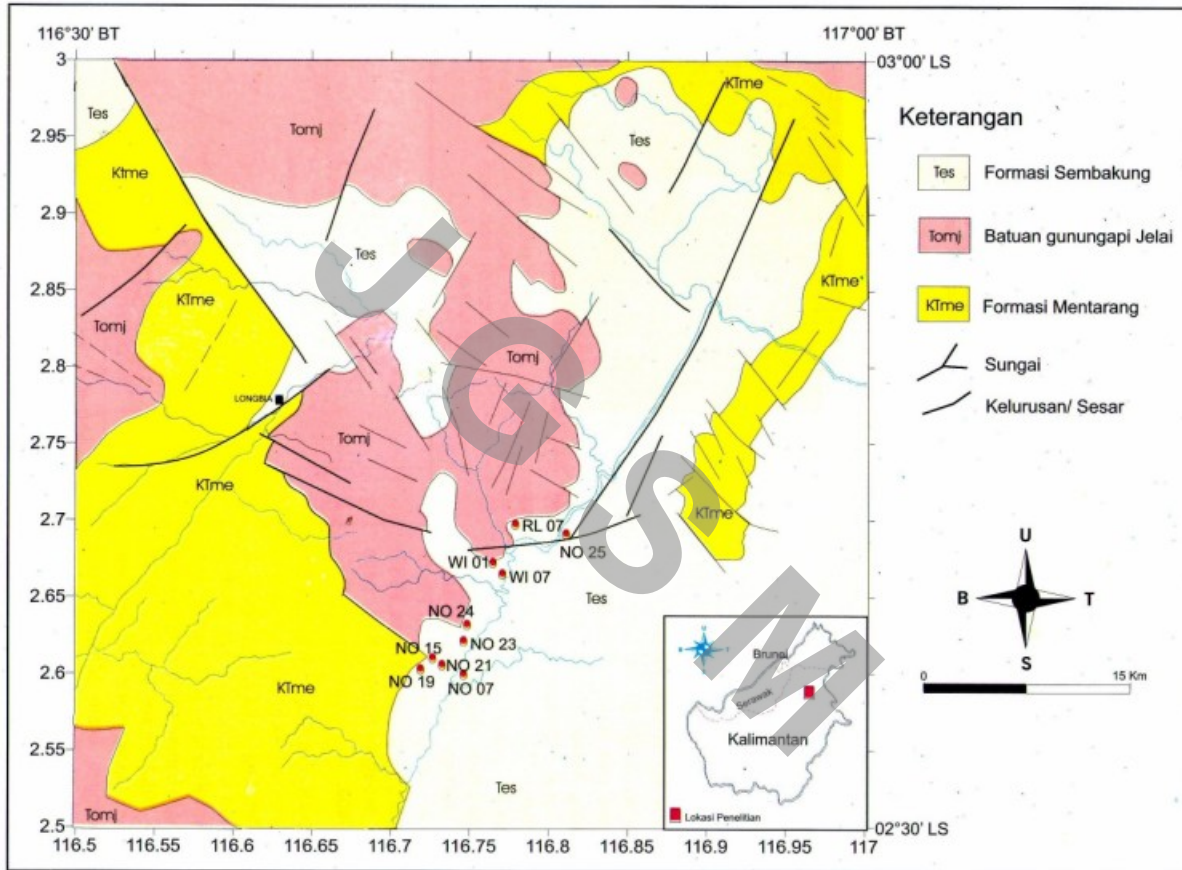
**Geokimia**

Hasil analisis laboratorium memakai metode XRF (unsur utama) (Tabel 1) dan unsur runut, tanah langka memakai metode ICP-MS, di sajikan dalam Tabel 2a dan b. Untuk *plotting* dan pemodelan, semua unsur utama telah dinormalisasi tanpa unsur hilang dibakar (LOI) dan unsur besi sebagai FeO total (FeO\*). Unsur runut (*trace elements*) dinormalisasikan menurut Thompson dr. (1984), sedangkan unsur tanah langka (*rare earth elements*) menurut Masuda dr. (1973).

Hasil analisis oksida utama dalam % berat (Tabel1) menunjukkan kandungan SiO<sub>2</sub> yang berkisar antara 52,8 - 62,5; TiO<sub>2</sub> 0,57 - 0,75; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15,4 -16,7; FeO\* 5,73 - 9,65; MgO 3,21 - 7,89; CaO 5,44 - 9,3; Na<sub>2</sub>O 1,88 - 2,72; K<sub>2</sub>O 0,88 - 3,02; dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,10 - 0,26. Unsur runut terutama Y, Zr, dan Nb masing-masing berkisar antara (6,74 - 10,54; 5,12 - 20,70, dan 15,40 - 26,89 ppm), sedangkan unsur tanah

Tabel 2b. Hasil Analisis Unsur Tanah Langka (*Rare Earth Elements*) Batuan Gunung Api Metulang-Long Bia Dinormalisasi Terhadap Kondrit Menurut Masuda dr. (1973).

	NO 07B	NO 07C	NO 19B	NO 24A	NO 24B	NO 21B	NO 15B
La	115,0	81,2	57,4	109,1	52,32	70	74,42
Ce	82,4	62,0	46,5	72,7	38,70	51,30	56,52
Pr	67,2	52,9	42,3	55,6	36,12	41,64	48,62
Nd	46,8	38,3	33,1	35,7	27,12	28,68	36,11
Sm	28,4	24,8	23,5	19,5	17,97	18,02	23,49
Eu	15,2	13,3	12,9	12,72	9,13	9,96	14,38
Gd	17,9	14,7	14,4	14,4	11,12	11,78	14,36
Dy	12,7	11,1	12,8	9,0	8,03	7,78	10,83
Er	9,9	8,1	9,7	7,4	5,96	6,29	8,40
Yb	9,5	7,1	8,8	7,5	5	6,39	7,93



Gambar 2. Peta geologi kompilasi daerah penelitian ( Heryanto & Abidin, 1995).

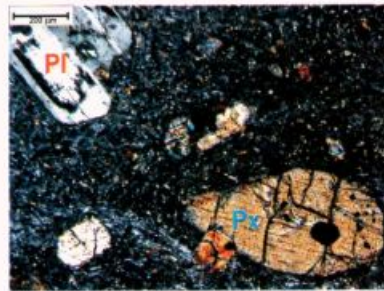
langka yang paling mencolok adalah tingginya kandungan unsur tanah langka ringan (*light-rare-earth elements*), seperti La, Ce, dan Nd, serta pemiskinan unsur-unsur seperti Eu, Gd, Dy, Er, dan Yb.

## DISKUSI

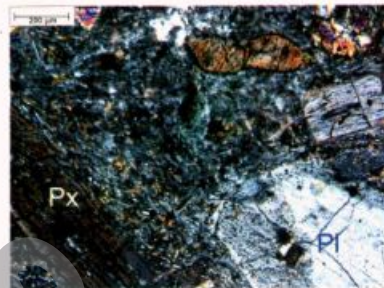
Secara petrologis, batuan Gunung Api Metulang yang tersingkap di daerah penelitian terdiri atas basal, andesit basal, hingga andesit. Batuan ini digolongkan ke dalam batuan hasil tunjaman berumur Miosen Tengah - Pliosen yang bersifat kalk-alkali K-tinggi (Soeria Atmadja *dr.*, 1999). Secara geokimiawi sebagian percontohan batuan telah mengalami ubahan LOI (1,1 - 4,4%) sehingga nilai unsur tidak stabil (*mobile element*), seperti  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , Sr, dan Ba kurang mewakili dalam analisis petrogenesisnya. Oleh sebab itu untuk identifikasi petrogenesis diutamakan pada unsur-unsur yang lebih stabil, seperti  $Al_2O_3$ , MgO, FeO,  $TiO_2$  dan  $P_2O_5$  (unsur utama), serta Zr, Nb, Y, La, Ce, Nd dan Eu pada unsur runtu dan tanah langka.

Dalam perajahan (*plotting*) dan penafsiran hasil analisis geokimia, data geokimia batuan Gunung Api Metulang - Long Nawan (Pieters *dr.*, 1993) dan data batuan busur kepulauan Pasifik barat daya (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989) disertakan dalam diagram Harker unsur oksida utama. Sedangkan data batuan MORB (*mid-oceanic-ridge-basalt*), batuan OIB (*oceanic-island basalt*), dan batuan busur kepulauan Pasifik barat daya (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989) ditampilkan sebagai pembandingan pada diagram laba-laba.

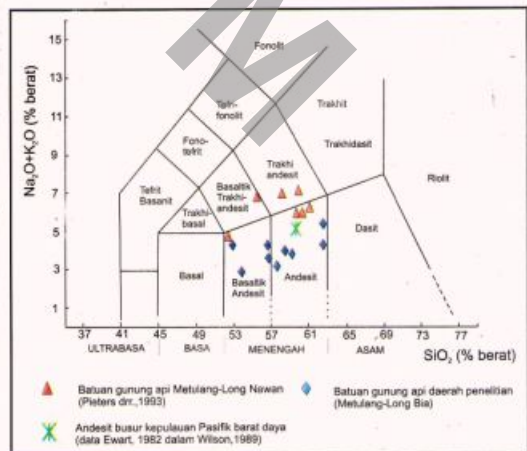
Diagram  $Na_2O+K_2O$  vs  $SiO_2$  menurut Le Bas *dr.* (1986) menunjukkan kisaran batuan Gunung Api Metulang - Long Bia yang berada di antara andesit basal hingga andesit (Gambar 4). Kisaran ini mempunyai kemiripan dengan batuan andesit Pasifik barat daya (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989). Dalam diagram Harker yang menampilkan unsur  $SiO_2$  dengan unsur utama lainnya (Gambar 5) diperlihatkan kandungan unsur  $TiO_2$  yang lebih rendah pada batuan Gunung Api Metulang - Long Bia dibandingkan dengan batuan Gunung Api Metulang - Long Nawan. Sebaliknya, kandungan unsur  $Al_2O_3$ ,  $FeO^*$  dan MgO nisbi tinggi pada batuan Gunung Api Metulang - Long Bia.



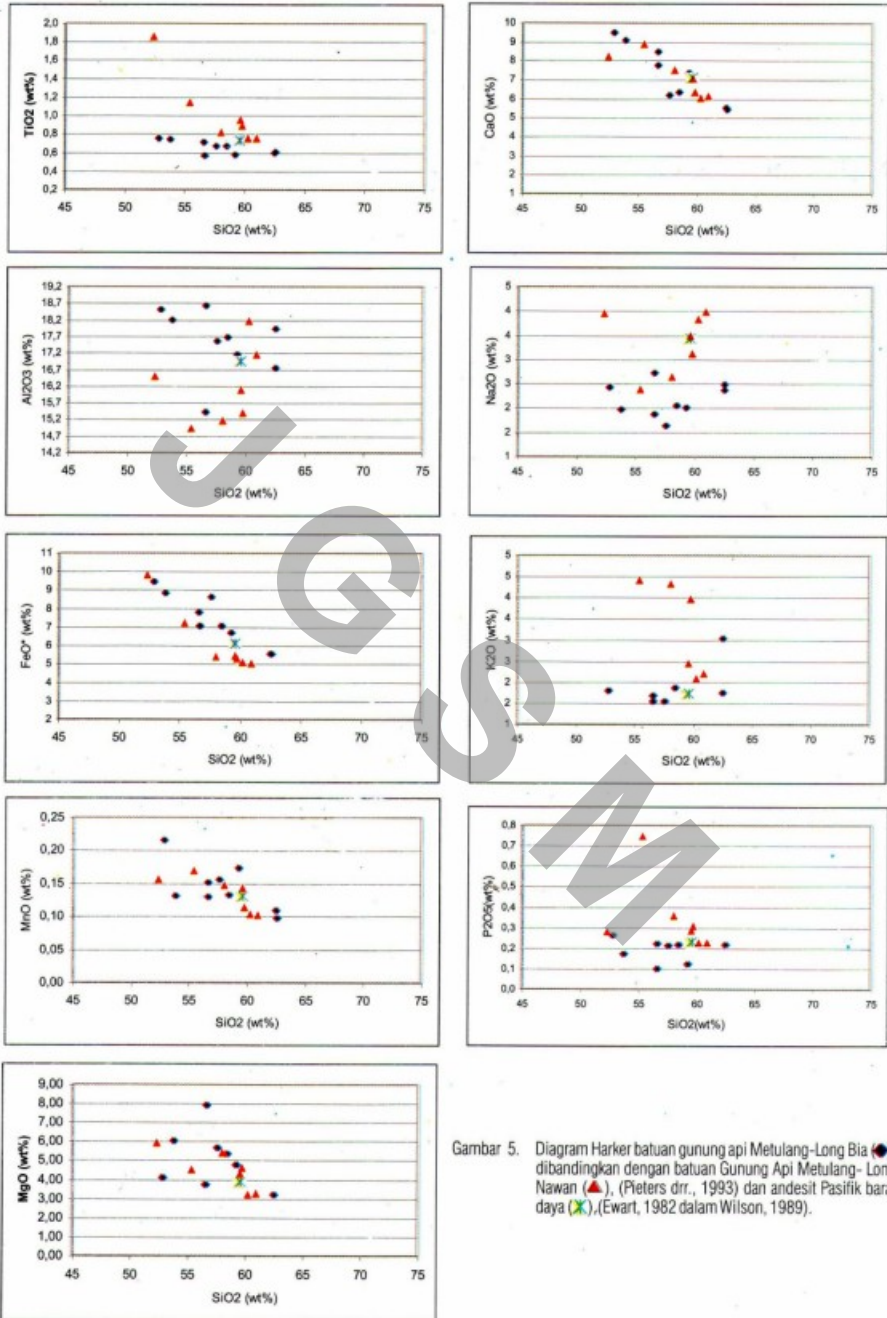
Gambar 3a. Mikrofografi andesit (WI 09), memperlihatkan fenokris plagioklas (Pl) dan piroksen yang tertanam dalam massa dasar plagioklas dan piroksen.



Gambar 3b. Mikrofografi andesit-basal (WI 01), memperlihatkan fenokris plagioklas (Pl) dan piroksin (Px) pseudomorf dalam massa dasar piroksen dan plagioklas.



Gambar 4. Diagram TAS (Total Alkali Silika) menurut Le Bas *dr.*, 1986. Unsur oksida dinormalisasi menjadi 100% tanpa unsur hilang dibakar (LOI) dan besi sebagai  $FeO^*$ .



Gambar 5. Diagram Harker batuan gunung api Metulang-Long Bia (●), dibandingkan dengan batuan Gunung Api Metulang-Long Nawan (▲), (Pieters drr., 1993) dan andesit Pasifik barat daya (×),(Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989).

Pada diagram diskriminan  $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ , Pecerillo dan Taylor, (1976) (Gambar 6) menempatkan batuan gunung api Metulang-Long Bia ke dalam kisaran seri K-sedang kalk-alkali, kecuali percontoh NO 15 dan WI 7b yang berada pada kisaran K tinggi. Demikian pula pada diagram  $\text{FeO}^*/\text{MgO} - \text{SiO}_2$  (Miyashiro, 1974) (Gambar 7) sesuai dengan diagram  $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ , yaitu kalk-alkali kecuali (RL 07) yang berada pada kisaran seri toleit.

Diagram laba-laba unsur runtu batuan Gunung Api Metulang Long Bia menunjukkan adanya pengayaan pada unsur-unsur Ba, Rb, Th, K, dan Ce, dan pemiskinan pada unsur Nb, P, Zr, dan Ti (Gambar 8). Kecenderungan ini mengikuti pola normal batuan andesit busur kepulauan Pasifik barat daya. Pada diagram laba-laba unsur tanah langka (Gambar 9) terlihat adanya pengayaan pada unsur La, Ce, dan Nd, serta pemiskinan unsur Eu, Dy, dan Er.

Hasil perajahan (*plotting*) dan pemodelan unsur utama dapat disimpulkan bahwa batuan Gunung Api Metulang - Long Bia berada pada kisaran batuan bersifat sedang (andesit basal hingga andesit), seri K-sedang kalk-alkali yang terbentuk pada lingkungan busur kepulauan (*island arc*).

Demikian pula unsur runtu yang memperlihatkan pemiskinan unsur *high field strength elements*, seperti Nb, Zr, dan Ti, dan pengayaan unsur Ba, Rb, K, dan Sr, serta pemiskinan mencolok unsur Nb nisbi terhadap unsur K dan La sangat khas untuk batuan yang terbentuk di lingkungan busur kepulauan. Unsur tanah langka yang memperlihatkan pola pengayaan pada unsur La, Ce, Pr, dan Sm, serta pemiskinan unsur Eu, Gd, dan Er sebagai ciri batuan terbentuk di lingkungan subdaksi. Adanya pemiskinan mencolok unsur Eu nisbi terhadap Sm dan Gd menunjukkan tidak adanya garnet dan fraksinasi plagioklas pada sumber magma.

Secara singkat dapat disimpulkan bahwa batuan Gunung Api Metulang Long Bia telah terbentuk pada lingkungan busur kepulauan yang berhubungan dengan kegiatan penunjaman.

#### Implikasi Tektonik

Proses penunjaman berumur Kapur di wilayah Kalimantan ditandai oleh Busur Magmatisme Schwane dan cekungan busur depan (*fore-arc*

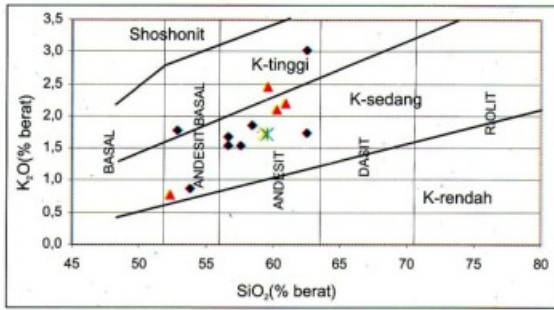
*basin*) Kelompok Rajang-Embaluh (Hamilton, 1979; Hutchison, 1988). Sejak Tersier hingga Kuartar, lajur magmatisme dan cekungan sedimen berada dalam satu lajur. Lajur Magmatisme Kapur- Tersier diduga berhubungan dengan pemekaran Laut Cina Selatan dan dilanjutkan oleh tumbukan mikro kontinen Luconia- Balingian (Hutchison, 1996). Sedangkan lajur magmatisme wilayah Kalimantan timur laut berhubungan dengan pertemuan tunjaman Borneo-Palawan berarah tenggara dengan tunjaman dan tumbukan Sabah (Sulu) yang berarah barat daya (Vogt & Flower, 1989).

Batuan Gunung Api Metulang-Long Bia yang tersebar luas di wilayah Kalimantan timur laut diduga berhubungan erat dengan penunjaman Borneo-Palawan yang berarah tenggara.

#### KESIMPULAN

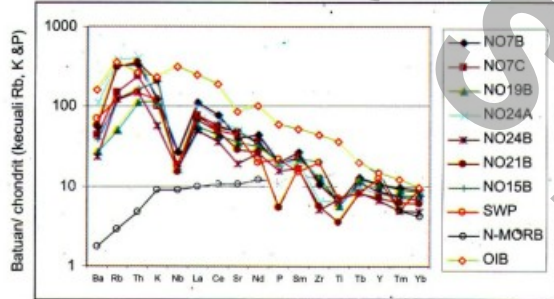
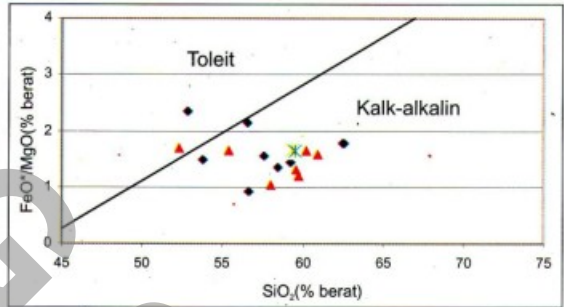
Batuan gunung api di daerah Long Bia termasuk ke dalam batuan Gunung Api Metulang berumur Tersier - Kuartar yang tersingkap luas di wilayah Kalimantan Timur. Ciri petrologis batuan umumnya porfiritik dengan kandungan piroksen, horeblend, dan plagioklas. Hasil analisis geokimia menunjukkan batuan bersifat menengah (andesit basal hingga andesit) yang pada diagram diskriminan  $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{FeO}^*/\text{MgO} - \text{SiO}_2$  berada pada kisaran seri K-sedang kalk-alkali, kecuali percontoh RL 07 yang berada pada seri toleit dan K-tinggi. Secara umum batuan ini memperlihatkan pengayaan unsur ion litofel besar (LILE) seperti Ba, Rb dan, K, serta unsur langka ringan seperti La, Ce, dan Nd. Sebaliknya terjadi pemiskinan pada unsur high-field-strength elements, seperti Nb, Zr, dan Ti, serta unsur Nb nisbi terhadap unsur K dan La. Demikian pula rendahnya kandungan unsur tanah langka seperti Eu, Dy, dan Er. Batuan Gunung Api Metulang Long Bia dengan ciri petrologi dan geokimia seperti di atas ditafsirkan terbentuk pada lingkungan busur kepulauan yang berhubungan dengan penunjaman.

Secara tektonis, batuan Gunung Api Metulang yang tersebar luas di wilayah Kalimantan timur laut diduga berhubungan dengan proses penunjaman Borneo-Palawan yang berarah tenggara.



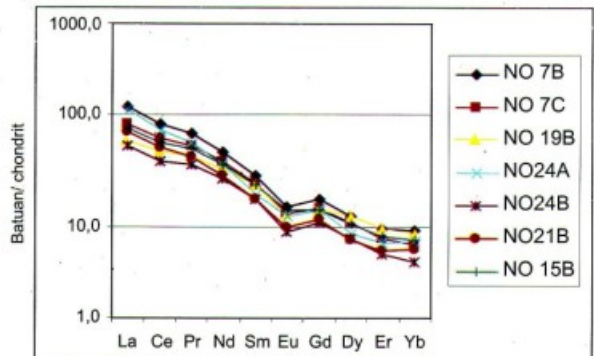
Gambar 6. Diagram  $SiO_2$  vs  $K_2O$  (Peccerillo & Taylor, 1976) memperlihatkan posisi batuan Gunung Api Metulang Long Bia dan Metulang Long Nawan serta andesit busur kepulauan (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989). Keterangan simbol sama dengan di Gambar 4.

Gambar 7. Diagram  $FeO^*/MgO$  vs  $SiO_2$  (Miyashiro, 1974) memperlihatkan posisi batuan gunungapi Metulang-Long Bia dan Metulang-Long Nawan serta andesit busur kepulauan (Ewart, 1982 dalam Wilson, 1989). Keterangan simbol sama dengan di Gambar 4.



Gambar 8. Diagram laba-laba unsur runtu batuan gunung api Metulang- Long Bia dinormalisasikan terhadap kondrit menurut Thompson drr.(1984), dibandingkan dengan andesit busur kepulauan (Pasifik barat daya, SWP), N-MORB dan OIB

Gambar 9. Diagram laba-laba unsur tanah langka batuan gunung api Metulang-Long Bia dinormalisasikan terhadap kondrit menurut Masuda drr.(1973).





## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah mengizinkan penulis untuk mempublikasikan data daerah penelitian dan mendukung secara finansial kegiatan ini.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh anggota tim (A.S. Hakim M.Phil, Ir. Rudi Kamal,

Ir. Sampurno W, J. Wahyudiono S.T., Suyono S.T., Indra Nurdiana S.T., Ruli Setiawan S.T., Iwan Rudiawan, dan Endang Suryana) atas kerja sama selama penelitian lapangan berlangsung. Kepada Drs. Kurnia dr. yang telah menganalisa percontoh tak lupa kami hargai.

## ACUAN

- Hamilton, W., 1979. Tectonics of the Indonesian region. *United States Geol. Survey, Profess. Paper*, 1078.
- Heryanto, R. and Abidin, H. Z., 1995. *Peta Geologi Lembar Long Bia (kompilasi), Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Hutchison, C.S., 1988, Stratigraphic-Tectonic Model for Eastern Borneo, *Geol. Soc. Malaysia, Bulletin* 22, pp. 135-151.
- 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. *J. Geol. Soc. Special Publication* No.106, pp.247-261.
- Masuda, M., Nakamura, N and Tanaka, K., 1973. Fine structure of mutually normalized rare-earth patterns of chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 37. 239-248.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram; *J. Petrology*, 27; 745-750.
- Miyashiro, A., 1974. Volcanic rock series in island arc and active continental margin. *American J. Sci.* 274, 321-55.
- 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. *J. Geol. Soc.*
- Peccerillo, A and Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.* 58, 63-81.
- Pieters, P.E., Trail, D.S. & Supriatna, S., 1987. Correlation of Early Tertiary rocks across Kalimantan. *Proceedings 16<sup>th</sup> IPA Annual Convention*, 1, pp. 291-306.
- Pieters, P.E., Baharuddin and Mangga, A., 1993. *Peta Geologi Lembar Long Nawan, Kalimantan, Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soeria-Atmadja, R., Noeradi, D. & Priadi, B., 1999. Cenozoic magmatism in Kalimantan and its related geodynamic evolution. *J. Asian Earth Sci.* 17, pp 25-45.
- Thompson, R.N., Morrison, M.A., Hendry, G.L & Parry, S.J., 1984. An assessment of the relative role of a crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. *Phil. Trans. Royal Soc. of Lond.* A 310, 549-90.
- Vogt, E.T., & Flower, M. F. J., 1989. Genesis of the Kinabalu (Sabah) granitoid at a subduction-collision Junction. *Contrib. Mineral. Petrol.* 103. 493-509.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis a global tectonic approach*. Published by the Academic Division of Unwin Hyman Ltd.p.446.

Naskah diterima	: 19 Oktober 2006
Revisi terakhir	: 19 Januari 2007