

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA UNSUR TANAH JARANG  
DALAM ENDAPAN BAUKSIT DI DAERAH SANDAI,  
KABUPATEN KETAPANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT**  
*GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF RARE EARTH ELEMENTS  
IN BAUXITE DEPOSIT AT SANDAI AREA,  
KETAPANG REGENCY, WEST KALIMANTAN PROVINCE*

<sup>1)</sup>Kisman dan <sup>2)</sup> Bambang Pardiarto

<sup>1)</sup>Penyelidik Bumi Madya, Pusat Sumber Daya Geologi

<sup>2)</sup> Perekayasa Madya, Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
kismanst@yahoo.com

diterima : 1 September 2014      direvisi : 8 September 2014      disetujui : 3 November 2014

### ABSTRAK

Keberadaan unsur tanah jarang (UTJ) atau *rare earth element (REE)* di Indonesia belum diketahui secara menyeluruh. Salah satu lokasi keterdapatan UTJ berada di wilayah pertambangan timah aluvial sebagai mineral ikutan. Mineral monasit merupakan salah satu mineral yang mengandung UTJ. Kebutuhan UTJ sebagai bahan baku pada industri berteknologi tinggi semakin meningkat sehingga perlu upaya pencarian sumbernya selain pada lokasi penambangan timah. Pendekatan pencarian sumber dilakukan pada wilayah terdapatnya batuan granit, diorit serta endapan bauksit.

Satuan batuan Granit Sukadana yang memiliki wilayah cukup luas di daerah Sandai, Kabupaten Ketapang sebagian mengalami lateritisasi menjadi bauksit yang diduga mengandung UTJ. Karakteristik geokimia UTJ yang terkandung dalam conto lapisan tanah laterit horison B dan dalam tanah dengan fragmen bauksit saprolit pada sumur uji menunjukkan bahwa peningkatan kandungan gadolinium (Gd) dan praseodymium (Pr) terdapat dalam conto tanah dengan fragmen bauksit saprolit. Sumber UTJ di daerah ini berhubungan dengan batuan granit tipe-S yang berasosiasi dengan cebakan timah.

**Kata kunci** : bauksit saprolit, Granit Sukadana, unsur tanah jarang.

### ABSTRACT

*The occurrence of rare earth element in Indonesia is considerably unknown. One discovered location of REE is in the alluvial-tin mining area which produce monazite as by-product mineral. Monazite mineral is one of REE carrier beside other minerals. The increasing needs of REE as raw material is for hi-tech industry therefore it requires more exploration to find its source outside of tin mining area. The approach of this exploration is to seek the source near the occurrence area where granite and diorite as well as bauxite deposits are existed. Sandai area in Ketapang Regency as the study area has wide distribution of granite rocks unit, known as Sukadana Granite which has undergone lateritisation. Result of geochemical analysis of REE that contained in the samples of lateritic soil B-horison and soil with saphrolite bauxite fragmental from test pit indicates that increasing of Gd and Pr content occurred in the soil with saphrolite bauxite fragmental. The source of REE is derived from S-type granite associated with tin deposits.*

**Keywords** : saprolite bauxites, Sukadana Granite, rare earth element.

## PENDAHULUAN

Unsur tanah jarang (UTJ) merupakan bahan baku industri berteknologi tinggi yang kebutuhannya cenderung meningkat. Ketersediaan bahan baku ini menjadi masalah yang harus segera mendapat perhatian secara serius dan sistematis bagi pemerintah sehingga akan memacu dalam usaha pencarian sumber endapannya di Indonesia.

UTJ tersebar luas dalam konsentrasi rendah (10 ppm s.d. 300 ppm) pada banyak formasi batuan. Kandungan UTJ yang tinggi lebih banyak dijumpai pada batuan granitik dibandingkan dengan pada batuan basaltik. Konsentrasi UTJ tinggi dijumpai pada batuan beku alkalin dan karbonatit (Suprpto, 2009).

Proses pengayaan UTJ dalam laterisasi batuan granitik berada pada daerah yang kaya endapan timah (Horbe and Costa, 1999). Dalam batuan beku alkalin yang menghasilkan bauksit saprolit fragmental konsentrasi UTJ (*REE* total) meningkat dari 850 ke 1050 ppm. UTJ lebih terkonsentrasi dalam matriks daripada dalam fragmen. Sedangkan pada bagian dasar, konsentrasi paling kuat terjadi pada unsur cerium (Ce) dan Gd (Boulange dan Muller 1990).

Batuan granitik yang terdapat di wilayah Kalimantan Barat dikenal dengan

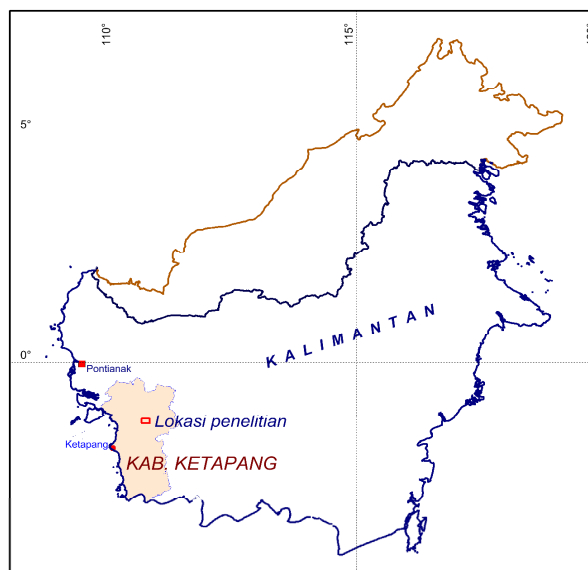
nama Granit Sukadana (Hartono, 2012). Batuan granitik tersebut telah mengalami proses lateritisasi yang cukup kuat sehingga terbentuk endapan bauksit seperti yang ditemukan di daerah Sandai, Kalimantan Barat. Pada daerah ini Pusat Sumber Daya Geologi (Anonim, 2012) melakukan penelitian mineral bauksit dalam rangka untuk mengevaluasi potensi kandungan UTJ.

Secara administratif lokasi daerah penelitian endapan bauksit terletak di Dusun Sumber Rejo, Desa Sandai, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat (Gambar 1).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik geokimia UTJ dalam endapan bauksit yang berada pada lingkungan batuan granitik dan mendapatkan daerah prospek UTJ yang kemungkinan dapat dikembangkan lebih lanjut.

## METODOLOGI

Metoda yang digunakan meliputi pembuatan peta kerja dari *Digital Elevation Model (DEM)*, pengamatan geologi, pengambilan conto tanah dan batuan termineralisasi serta analisis laboratorium. Pengamatan geologi dilakukan pada lokasi yang menurut konsep geologi memungkinkan terbentuknya endapan bauksit.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian daerah Sandai, Kabupaten Ketapang

Metoda pengambilan conto tanah dilakukan pada endapan laterit dan pada sumuran. Dalam endapan laterit conto diambil pada horison B dengan cara membuat lubang dan digali menggunakan alat sederhana. Kerapatan conto memakai sistim kisi yang jaraknya berkisar 250 meter per conto. Sedangkan pada sumuran conto tanah diambil setiap interval 1 meter kedalaman dengan cara *channel sampling* sampai pada zona bauksit saprolit. Conto tanah yang diambil berjumlah 126 conto.

Conto batuan termineralisasi dan batuan yang masih segar diambil dari singkapan, dianalisis kandungan UTJ di laboratorium kimia Pusat Sumber Daya Geologi dengan metoda *induced couple plasma* (ICP), selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan statistik deskriptif terutama untuk unsur Ce, Gd, lantanum (La), neodinium (Nd) dan Pr.

**GEOLOGI DAN MINERALISASI**

Morfologi daerah ini terdiri atas tiga satuan morfologi yaitu morfologi perbukitan tinggi, perbukitan rendah dan pedataran (Gambar 2).

Stratigrafi dari batuan tua ke muda sebagai berikut (Gambar 3) :

Satuan metasedimen terdiri dari batupasir, batulanau dan batulempung yang telah mengalami oksidasi atau

lateritisasi, berwarna kuning, merah sampai merah tua menjadi limonitik. Satuan batuan ini diperkirakan bagian dari Kompleks Ketapang yang berumur Perm-Karbon.

Satuan batuan granitik setempat berubah dan tersingkap dekat dengan satuan batuan metasedimen bagian bawah. Batuan granit ini mengalami ubahan dengan kehadiran mineral lempung disertai pirit halus tersebar (Gambar 4). Satuan ini dapat dibandingkan dengan Granit Sukadana yang berumur Kapur Atas sebagai penyusun batolit Ketapang (Keyser dan Rustandi, 1987 dalam Hartono, 2012).

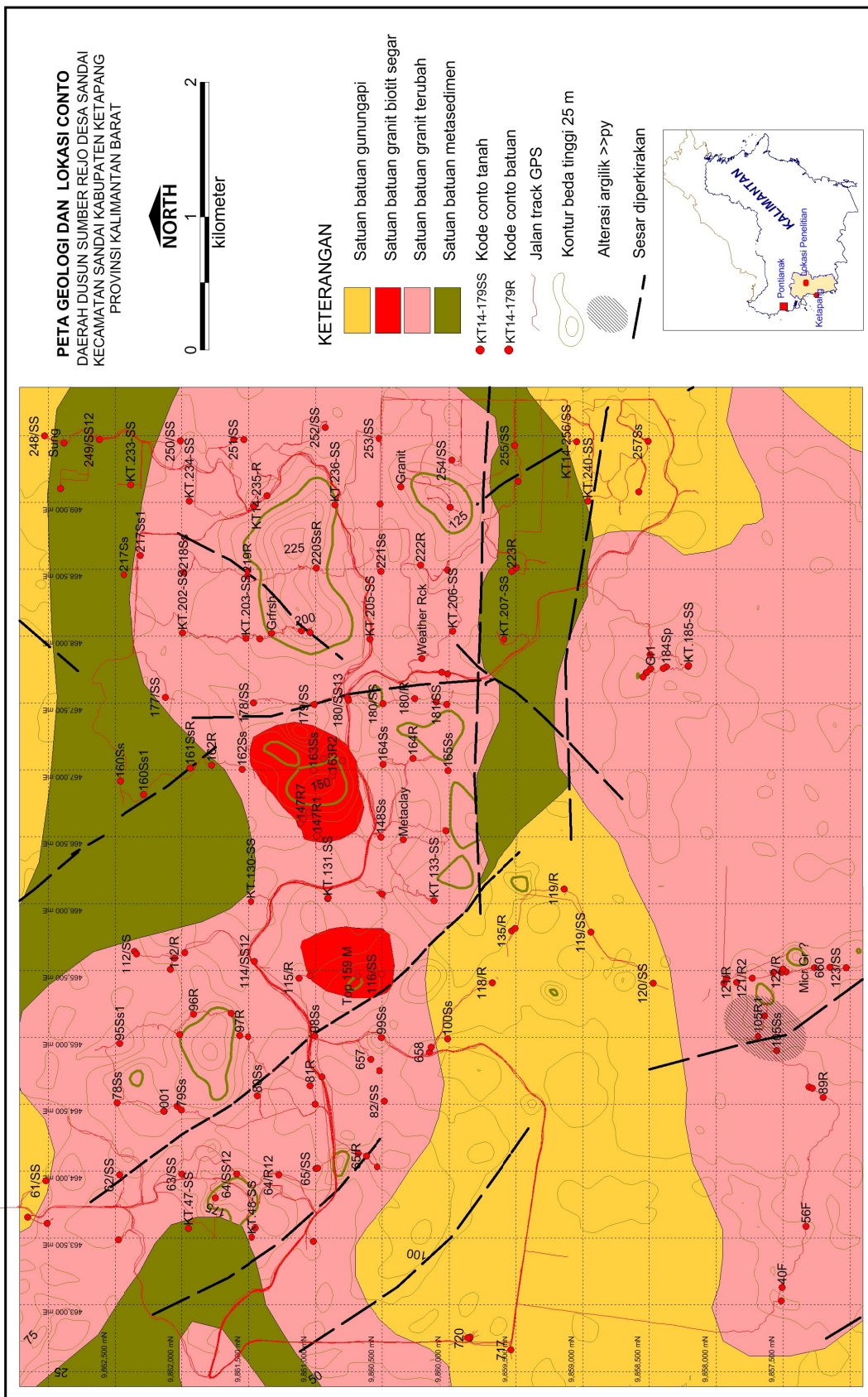
Satuan batuan granit biotit tersingkap di perbukitan dan masih segar, tekstur porfir, di beberapa tempat dijumpai *xenolith*. Satuan ini dapat dibandingkan dengan Granit Sangiyang yang berumur Oligo-Miosen (Rustandi dan Keyser, 1993). Satuan batuan ini diperkirakan sebagai pembawa mineralisasi yang menerobos satuan granitik dan satuan metasedimen.

Satuan batuan gunungapi, terdiri dari tufa breksi dengan fragmen-fragmen berkomposisi andesitik yang telah mengalami oksidasi berwarna kuning-merah. Satuan batuan ini dapat dibandingkan dengan Kompleks Ketapang (Rustandi dan Keyser, 1993).



Gambar 2. Morfologi daerah Sumber Rejo, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang





Gambar 3. Peta Geologi dan lokasi conto daerah penelitian



Gambar 4. Batuan granit terubah yang mengandung pirit halus tersebar

Struktur geologi daerah penelitian berupa sesar dengan kelurusan dan rekahan-rekahan (Gambar 3). Sesar dominan berarah tenggara-baratlaut dan sebagian baratdaya-timurlaut. Satuan metasedimen diperkirakan diterobos oleh satuan granit dengan kenampakan bongkahan-bongkahan batuan metasedimen yang searah dengan kelurusan struktur.

Mineralisasi yang terdapat di daerah ini adalah berupa mineral pirit yang tersebar pada batuan granit yang terubah berupa silisifikasi dan kaolinisasi. Silisifikasi berwarna putih keras sedangkan kaolinisasi berwarna abu-abu kehijauan dan lunak. Dalam ubahan silisifikasi terdapat mineral pirit halus tersebar. Secara umum satuan batuan telah mengalami proses oksidasi/lateritisasi yang berwarna kuning dan merah kecoklatan. Berdasarkan Suwargi, dkk. (1994), ditemukan mineral kasiterit, monasit dan turmalin dalam konsentrat di daerah Tumbang Titi, Ketapang.

## HASIL ANALISIS

Hasil analisis kimia UTJ dengan rangkuman statistik deskriptif 126 conto tanah horizon B disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Hasil analisis UTJ dari conto tanah laterit yang diperoleh dari sumur uji menunjukkan kecenderungan kadarnya meningkat ke arah kedalaman seperti yang dijumpai pada sumur uji no KT 14-255/SS (Gambar 8). Hasil analisis unsur utama (*major elements*) dari 14 conto batuan granit yang terdapat di daerah ini terlihat pada Tabel 2.

Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa jenis batuan berupa granit dan diorit. Diorit terubah disusun oleh plagioklas, piroksen dan mineral opak, sebagian plagioklas terubah menjadi serisit/mineral lempung dan epidot. Sedangkan granit disusun oleh plagioklas, ortoklas, kuarsa, piroksen, biotit dan mineral opak. Ortoklas terubah menjadi mineral lempung (Gambar 9). Hasil analisis XRD tujuh conto batuan untuk mengetahui jenis mineral lempung disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Rangkuman statistik deskriptif conto tanah

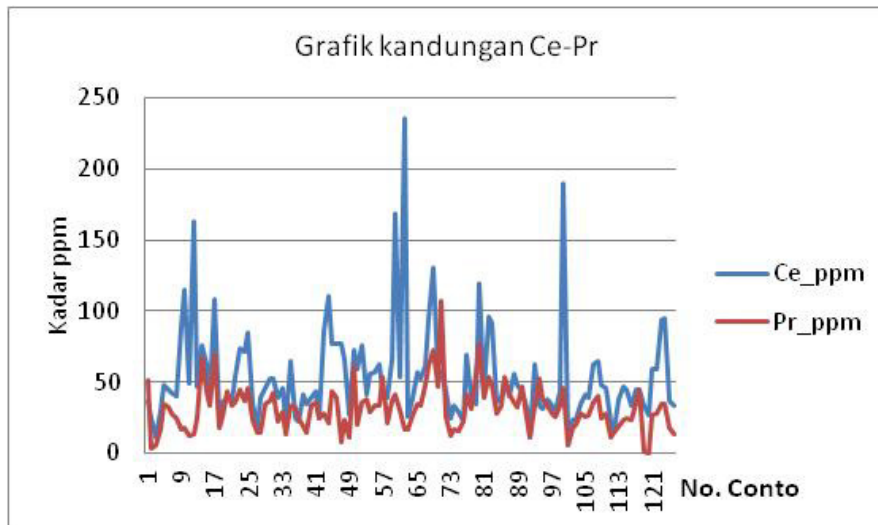
Deskripsi	Ce_ppm	Gd_ppm	La_ppm	Nd_ppm	Pr_ppm
Mean	53,944	7,071	12,587	10,000	31,262
Standard Error	3,050	0,485	0,883	0,762	1,442
Median	44,5	7	12	9	29,5
Mode	39	7	0	0	28
Standard Deviation	34,240	5,441	9,909	8,553	16,183
Sample Variance	1172,389	29,603	98,180	73,152	261,875
Kurtosis	8,294	5,343	1,996	1,588	3,425
Skewness	2,449	1,822	1,140	1,176	1,178
Range	224	33	48	39	107
Minimum	11	0	0	0	0
Maximum	235	33	48	39	107
Sum	6797	891	1586	1260	3939
Count	126	126	126	126	126
Confidence Level (95.0%)	6,037	0,959	1,747	1,508	2,853

Tabel 2. Hasil analisis *major element* dan *molar ratio*

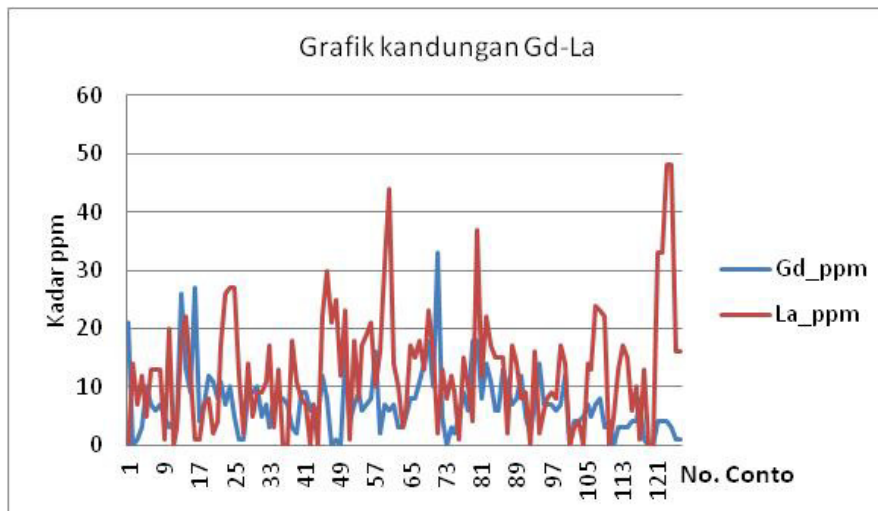
NO	KODE CONTO	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	Molar Ratio
1	KT 14-147 R1	68,13	15,63	2,50	2,39	1,86	2,43	4,79	1,6
2	KT 14-147 R2	68,43	15,59	2,43	2,38	2,06	2,63	4,38	1,7
3	KT 14-147 R3	69,50	15,51	2,36	2,01	1,86	2,41	4,06	1,8
4	KT 14-147 R4	69,21	15,48	2,63	2,03	2,30	2,50	3,79	1,9
5	KT 14-147 R5	70,08	15,21	2,42	1,68	2,09	2,79	3,48	1,9
6	KT 14-147 R6	68,62	15,44	2,91	2,13	2,73	2,76	3,08	1,9
7	KT 14-147 R7	68,28	18,27	2,32	1,30	1,49	1,50	3,73	2,8
8	KT 14-147 R9	71,52	15,21	2,05	1,72	1,86	2,58	3,41	2,0
9	KT 14-163 R	69,86	15,67	2,41	2,01	2,25	2,38	3,49	2,0
10	KT 14-163 R1	70,21	15,43	2,34	1,88	2,16	2,30	3,51	2,0
11	KT 14-163 R2	69,67	16,06	2,23	1,84	2,07	2,56	3,33	2,1
12	KT 14-163 R3	71,05	15,20	2,13	1,64	1,92	2,51	3,42	2,0
13	KT 14-115 R	67,44	16,65	3,04	2,18	2,37	2,38	3,07	2,2
14	KT 14-115 R	67,25	16,52	3,39	1,91	2,42	2,00	3,45	2,2

Tabel 3. Hasil analisis XRD

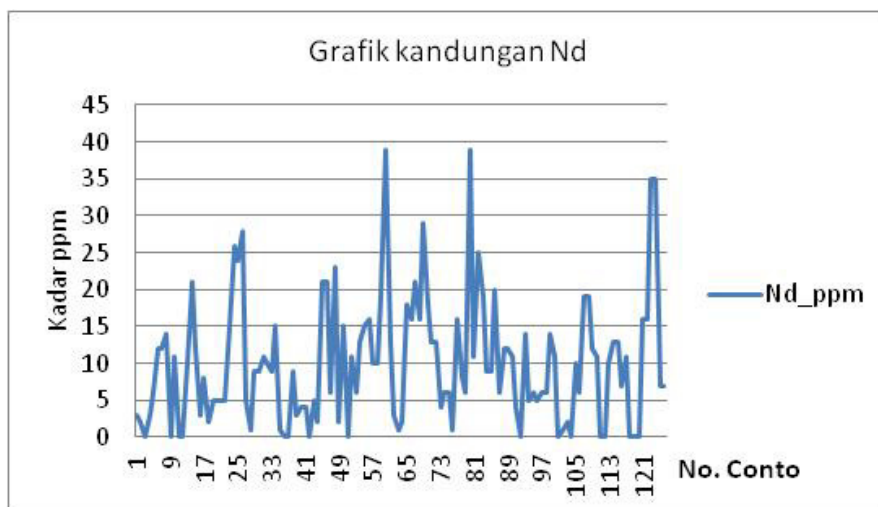
NO	CONTO	Nama Mineral
1	KT14-105R	Kuarsa, illit
2	KT14-105R1	Kuarsa, Kaolinit, piropilit
3	KT14-105R2	Kuarsa, illit
4	KT14-219R	Kuarsa, Kaolinit, illit
5	KT14-162R	Kuarsa, Kaolinit, illit, Klinoklor
6	KT 14-40F	Natroalunit
7	KT 14-56F	Kuarsa, Kaolinit, illit



Gambar 5. Grafik hasil analisis unsur Ce dan Pr

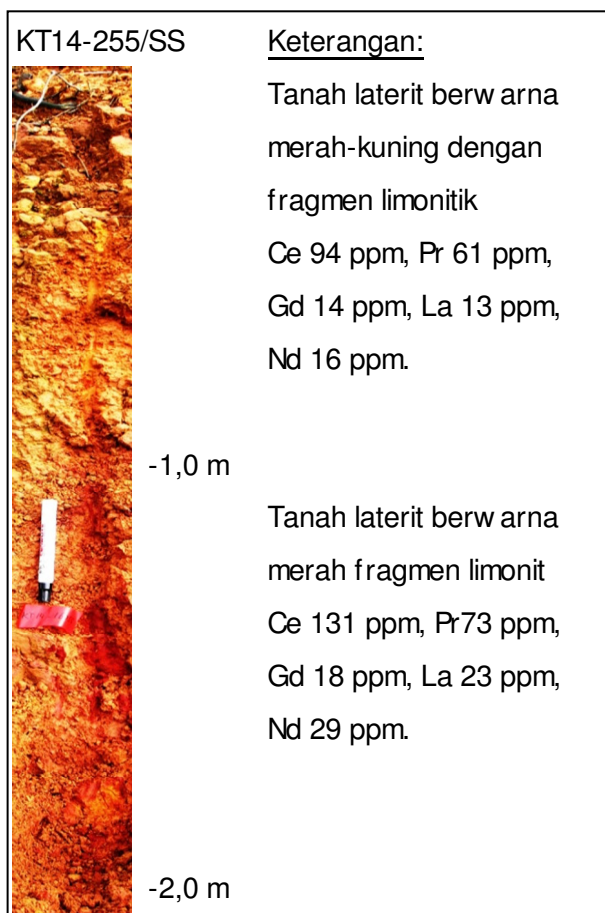


Gambar 6. Grafik hasil analisis unsur Gd dan La

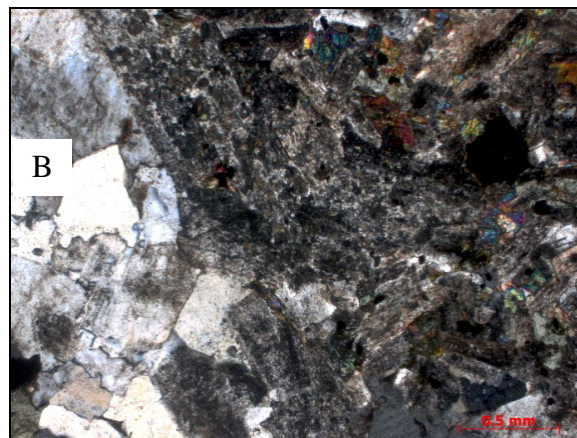


Gambar 7. Grafik hasil analisis unsur Nd





Gambar 8. Profil sumur uji KT14-255/SS



Gambar 9. A) Fotomikrograf Diorit; B) Fotomikrograf Granit KT14-147 R6.

**PEMBAHASAN**

Berdasarkan data analisis laboratorium, beberapa UTJ di daerah penelitian mempunyai karakteristik yang berbeda apabila dibandingkan dengan tingkat kelimpahan UTJ di dalam kerak bumi (Tabel 4). Dalam makalah ini hanya

dibahas unsur-unsur Ce, Pr, Nd, La dan Gd.

Unsur Ce dengan nilai *mean* 53,94 ppm lebih rendah dari kelimpahan di kerak bumi sebesar 64 ppm. Beberapa conto kadarnya ada yang melebihi angka tersebut namun belum signifikan (Gambar 5).



Tabel 4. Daftar kelimpahan UTJ dalam kerak bumi

Unsur	Simbol	Nomor Atom	Kelimpahan di Kerak Bumi (ppm)
Yttrium	Y	39	22
Lanthanum	La	57	30
Cerium	Ce	58	64
Praseodymium	Pr	59	7,1
Neodymium	Nd	60	26
Promethium	Pm	61	na
Samarium	Sm	62	4,5
Europium	Eu	63	0,88
Gadolinium	Gd	64	3,8
Terbium	Tb	65	0,64
Dysprosium	Dy	66	3,5
Holmium	Ho	67	0,8
Erbium	Er	68	2,3
Thulium	Tm	69	0,33
Ytterbium	Yb	70	2,2
Lutetium	Lu	71	0,32

Sumber : Taylor dan McClennan (1985, dalam Castor dan Hedrick, 2006)

Unsur Pr memiliki nilai *mean* 31,26 ppm lebih tinggi empat kali lipat dari nilai kelimpahan di kerak bumi. Satu contoh mencapai lebih dari 10 kali lipat, sehingga daerah ini memiliki prospek yang dapat dikembangkan lebih lanjut (Gambar 5). Kandungan unsur Pr yang tinggi berasosiasi dengan batuan granit terubah dan batuan gunung api. Kadar unsur Pr mempunyai potensi cukup baik untuk dikembangkan dengan penyelidikan lebih terinci. Pola sebaran anomali unsur Pr berada di wilayah selatan daerah penelitian yang membentuk kelurusan berarah baratlaut-tenggara (Gambar 10). Konsentrasi sebaran unsur di kontrol struktur sesar yang berkembang di daerah ini.

Unsur La memiliki nilai *mean* 12,58 ppm lebih kecil dari nilai kelimpahan di kerak bumi. Hanya ada tiga contoh yang diatas 30 ppm, yang belum mencapai dua kali lipatnya. Berdasarkan data tersebut, maka daerah ini tidak prospek untuk dikembangkan lebih lanjut (Gambar 6).

Unsur Gd memiliki nilai *mean* 7,07 ppm lebih tinggi dua kali lipat dari kadar kelimpahan di kerak bumi. Sebagian besar contoh kandungan unsur Gd lebih tinggi

dari nilai kelimpahan kerak bumi dan maksimum mencapai 33 ppm (Gambar 6). Kandungan unsur Gd yang tinggi berasosiasi dengan batuan granit terubah dan batuan gunung api. Kadar unsur Gd mempunyai potensi cukup baik untuk dikembangkan dengan penyelidikan lebih terinci. Pola sebaran anomali unsur Gd berada di wilayah selatan daerah penelitian yang membentuk kelurusan berarah baratlaut-tenggara (Gambar 10). Konsentrasi sebaran unsur diinterpretasikan penyebabnya oleh adanya kontrol struktur sesar yang berkembang di daerah ini.

Unsur Nd memiliki *mean* 10 ppm lebih rendah dari kadar kelimpahan di kerak bumi yang mencapai 26 ppm. Sebanyak lima titik contoh yang kadarnya lebih besar dan maksimum 39 ppm (Gambar 7).

Tingkat kandungan UTJ dalam contoh tanah laterit yang mengandung fragmen limonit dan diambil dari sumuran umumnya lebih besar dari contoh tanah laterit pada horison B. Peningkatan kandungan UTJ ini mempunyai kemiripan dengan kandungan UTJ di dalam batuan beku alkalin yang menghasilkan bauksit

saprolit (Boulange dan Muller, 1990). Anomali positif unsur Ce sangat penting dan peningkatan konsentrasi tidak hanya Ce tapi juga ada peningkatan Yb dan Lu. UTJ lebih terkonsentrasi dalam matriks daripada dalam fragmen, sedangkan pada bagian dasar konsentrasi paling tinggi terjadi untuk unsur Ce dan Gd.

Proses pengayaan UTJ dalam laterisasi batuan granitik berada pada daerah yang kaya endapan timah (Horbe dan Costa, 1999). Pembentukan endapan timah sangat berhubungan erat dengan batuan granit tipe-S sebagai sumber mineralisasi.

Menurut Chappel dan White (1974) dalam Ishihara (1980) granit tipe-S memiliki natrium yang relatif rendah,  $\text{Na}_2\text{O}$  biasanya kurang dari 3,2% dalam batuan dengan kandungan sekitar 5%  $\text{K}_2\text{O}$  dan menurun menjadi kurang dari 2,2% dalam batuan dengan kandungan sekitar 2%  $\text{K}_2\text{O}$ . Perbandingan molar (*molar ratio*):  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO})$  untuk tipe-S hasilnya lebih besar dari 1,1.

Berdasarkan analisis unsur utama maka penentuan tipe granit hasil *molar ratio* pada setiap conto terlihat lebih besar dari 1,1 (Tabel 2). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa granit daerah penelitian termasuk ke dalam granit seri-ilmenit atau granit tipe-S. Terkait dengan tipe batuan granit di daerah penelitian tersebut maka kemungkinan keterdapatannya endapan timah (tipe greisen) selain unsur tanah jarang (Ishihara, 1980).

Di daerah sekitar Tumbang Titi, Ketapang dari conto konsentrat dulang ditemukan kasiterit, monasit dan turmalin. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan batuan granit hasil fraksinasi lanjut yang umumnya berupa pegmatitik atau retas riolitik (Suwargi, dkk., 1994).

Proses pembentukan UTJ di daerah penelitian kemungkinan juga terjadi pada kaolinisasi batuan yang diterobos oleh granit lebih muda dengan komposisi lebih asam/leukokratik sehingga dapat terakumulasi UTJ. Terobosan batuan granitik leukokratik diduga membawa UTJ yang umumnya *incompatible* dan pembentukan batumannya hasil dari proses fraksinasi lanjut (Suwargi, dkk., 1994).

Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa mineral lempung didominasi oleh kaolinit dan illit (Tabel 3). Menurut Kamitami, 1989 dalam Suwargi, dkk., 1994, pada kondisi pembentukan kaolin dari pelapukan batuan granitoid, UTJ relatif tidak mudah larut dibandingkan dengan unsur-unsur lain. Oleh karena itu ada pengayaan UTJ dalam proses kaolinisasi akibat pelapukan. Pada kelompok UTJ sendiri, UTJ-ringan (*LREE*) lebih mudah larut dibandingkan dengan UTJ-menengah dan berat (*HREE*) yang menyebabkan konsentrasinya berkurang sementara konsentrasi UTJ-menengah dan berat meningkat.

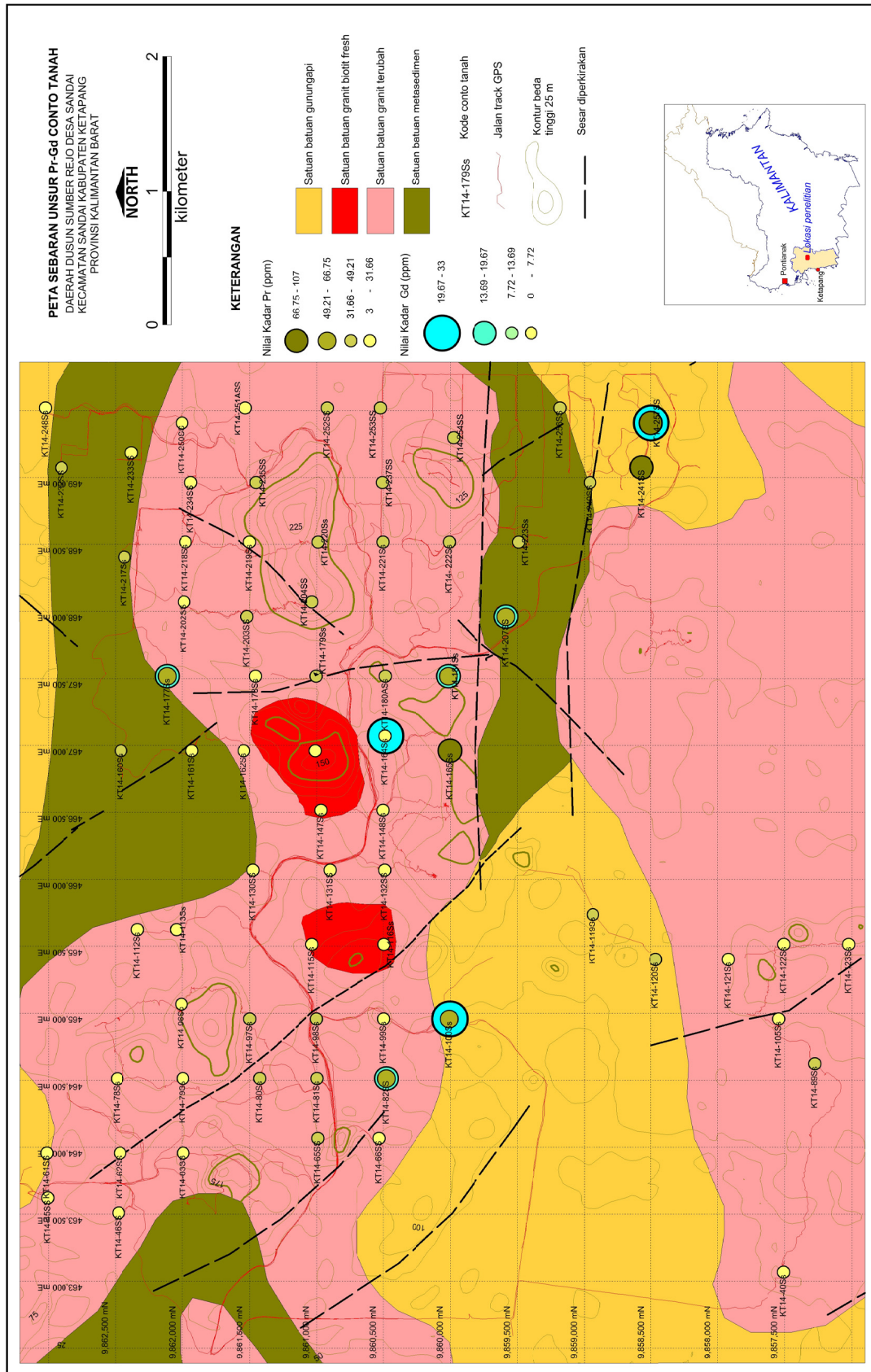
Cebakan UTJ pada residu pelapukan batuan granitoid tidak berupa mineral melainkan berupa ion. Lapukan batuan dibagi dalam beberapa zona berdasarkan kumpulan (*assemblages*) mineral lempung. Umumnya pada zona metahalosit-kaolinit unsur Ce (UTJ-ringan) *depleted*, sementara terjadi pengayaan pada unsur lain (UTJ-menengah & berat). Cebakan tipe ini telah ditambang di daerah Long-nan, China bagian selatan.

## KESIMPULAN

Karakteristik geokimia UTJ di daerah penelitian untuk unsur Ce, La, Nd umumnya lebih rendah daripada tingkat kelimpahan unsur dalam kerak bumi. Nilai *mean* untuk unsur Gd dan Pr masing-masing mencapai dua dan empat kali lipat daripada tingkat kelimpahan UTJ dalam kerak bumi.

Pola sebaran unsur Gd dan Pr berada dalam lingkungan batuan granit terubah dan batuan gunung api yang dikontrol oleh struktur sesar berarah barat laut-tenggara. Daerah ini mempunyai prospek untuk dikembangkan lebih lanjut.

Granit tipe-S di daerah ini diduga merupakan sumber UTJ yang berasosiasi dengan cebakan timah. Kandungan UTJ yang relatif tinggi di daerah penelitian terdapat pada tanah dengan fragmen bauksit saprolit.



Gambar 10. Peta sebaran unsur Pr dan Gd di daerah penelitian

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada editor yang

telah memberikan saran dan koreksinya terhadap makalah ini sehingga dapat diterbitkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. *Laporan Eksplorasi Umum Mineral Logam di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2013. *Kabupaten Ketapang Dalam Angka 2013*, BPS Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat
- Anonim, 2014. *Laporan Eksplorasi Umum REE di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Castor, B. dan James B. Hedrick, 2006. *Rare Earth Elements*, in Kogel, et al eds., 2006, *Industrial Minerals and Rocks, 7<sup>th</sup> edition*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., p. 769-792.
- Boulange, B. dan Muller, J.P., 1990. *Behaviour of the REE in a lateritic bauxite from syenite*, Geochemistry of the Earth's surface and of mineral formation, 2<sup>nd</sup> International Symposium, Juli 2-8, 1990, Aix en Provence, France
- Hartono, U., 2012. *Magmatism in Kalimantan*, Centre for Geological Survey, Bandung.
- Horbe, A.M.C., dan Costa, M.L., 1999. *Geochemical evaluation of lateritic Sn-Zr-Th-Nb-Y-REE bearing ore body derived from apogranite*, Amazonas-Brasil, Journal of Geochemical Exploration 66 : 339 - 351
- Ishihara, 1980. *Granitic Magmatism dan Related Mineralization*, Mining Geology Special Issue No.8, 1980, The Society of Mining Geology of Japan, p. 13-28.
- Rustandi E., dan de Keyser, F., 1993, *Peta Geologi Lembar Ketapang Skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Suprpto, S.J., 2009. *Tinjauan Tentang Unsur Tanah Jarang*, Buletin Sumber Daya Geologi Vol.4 No.1-2009.
- Suwargi, E., Sunuhadi D, N., Karno, 1994. *Penyelidikan pendahuluan Logam Langka didaerah Tumbang Titi dan Nangatayap*, Kabupaten Ketapang, Kalimantan.