

Analisis Geokimia untuk Pemetaan Geologi Skala 1 : 50.000 Lembar Kandungan Bagian Selatan, Kalimantan Selatan

Asep Rohiman^{1,a)}, M.Luthfi Faturrahman,^{2,b)} Sonia Rijani^{2,c)}, KUSDJI D. Kusumah^{2,d)}, dan Purnama Sendjaja^{1,e)}

¹Lab. Pusat Survei Geologi, Sub Bidang Geologi Dasar dan Terapan, Bidang Geosains, Pusat Survei Geologi Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jl. Djunjunan no. 236 Bandung, Indonesia, 40174

²Tim Pemetaan, Sub Bidang Pemetaan Sistematis, Bidang Pemetaan, Pusat Survei Geologi Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jl. Diponegoro no. 57 Bandung, Indonesia, 40122

a) asep.rohiman@esdm.go.id (corresponding author)

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya sumber daya geologi yang meliputi sumber daya mineral, minyak, dan gas. Sayangnya, potensi sumber daya geologi tersebut belum dipetakan dalam skala 1 : 50.000. Pusat Survei Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral merupakan satu-satunya institusi pemerintah yang mempunyai wewenang untuk melaksanakan pemetaan geologi sistematis diseluruh kepulauan Indonesia. Daerah Kandungan bagian selatan termasuk kedalam nomor lembar peta 1713-32, secara geologi merupakan daerah penting di jalur meratus yang menginformasikan variasi litologi mulai dari endapan Kuartar sampai dengan himpunan batuan berumur pra-Tersier. Kegiatan pemetaan geologi ini dimaksudkan untuk menginventarisasi variasi data primer, jenis litologi, petrologi, struktur geologi, kandungan fosil, gejala mineralisasi, sumber daya mineral dan energi, bentang alam, tata guna lahan, dan lain-lain. Adapun tujuan analisis geokimia adalah untuk dijadikan sebagai dasar dalam mengklasifikasikan jenis batuan secara kuantitatif dan objektif sehingga dalam menentukan batas kontak satuan batuan di dalam peta, mempunyai tingkat keyakinan geologi yang lebih tinggi. Pada penelitian ini analisis geokimia dilakukan terhadap sampel batuan plutonik dan vulkanik dari Formasi Granit Belawayan (Kgr) dan Kelompok Haruyan (Kvh) dengan menggunakan XRF untuk unsur-unsur utama. Sedangkan ICP-MS untuk unsur-unsur jejak dan unsur-unsur tanah jarang. Berdasarkan hasil analisis geokimia batuan pada kedua formasi tersebut, diusulkan batas litologi satuan batuan Formasi Granit Belawayan dengan Formasi Kelompok Haruyan untuk direvisi.

Kata-kata kunci: geokimia, pemetaan, XRF, granit belawayan, formasi haruyan

PENDAHULUAN

Pemetaan geologi merupakan suatu kegiatan inventarisasi data lapangan atau informasi geologi permukaan dengan pelaporan hasil kegiatan penelitiannya dikemas dalam bentuk suatu peta geologi. Pada peta geologi tersebut terdapat informasi mengenai sebaran, jenis, dan susunan batuan serta memuat informasi mengenai gejala – gejala struktur geologi yang kemungkinan dapat mempengaruhi pola penyebaran batuan yang terjadi dalam suatu daerah.

Peta geologi skala 1 : 50.000 merupakan salah satu komponen yang sangat penting bagi keberlanjutan pembangunan nasional terutama sebagai data atau informasi awal untuk perencanaan eksplorasi sumber daya mineral, air tanah, migas, dan pengembangan wilayah serta mitigasi kebencanaan geologi. Pusat Survei Geologi (PSG), Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, merupakan satu-satunya institusi yang mempunyai tugas pokok dan fungsi dalam pembuatan peta geologi baik secara sistematis maupun tematik di Indonesia.

PSG telah merumuskan program – program pemetaan geologi rinci skala 1: 50.000 dari seluruh wilayah Indonesia untuk memenuhi permintaan dan kebutuhan baik dari perusahaan maupun institusi – intitusi yang berkepentingan dalam memanfaatkan informasi geologi rinci. Peta tersebut merupakan salah satu data awal yang akan digunakan dalam proses kegiatan eksplorasi.

Adapun program pemetaan yang telah dilakukan oleh PSG adalah Pemetaan Geologi skala 1 : 50.000 Lembar Kandungan, Kalimantan Selatan. Sebagaimana diketahui bahwa daerah Kandungan Bagian Selatan secara geologi merupakan daerah penting di jalur Meratus yang mempunyai informasi variasi litologi mulai dari endapan Kuartar sampai dengan himpunan batuan berumur pra-Tersier [1].

Pemetaan geologi didaerah ini dilaksanakan untuk mendukung *Master Plan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia* (MP3EI) 2011-2025 di Kalimantan. Dengan mempertimbangkan bahwa Kalimantan merupakan salah satu pusat produksi dan pengolahan hasil tambang serta lumbung energi nasional. Maka peta geologi yang dihasilkan harus memiliki tingkat keyakinan geologi yang tinggi. Oleh karena itu, perlu didukung dengan data geokimia yang mumpuni.

Salah satu analisis geokimia yang dilakukan pada kegiatan ini adalah menggunakan *X-Ray Flourescence (XRF)* ARL 9900 untuk menganalisis unsur – unsur utama. Sedangkan untuk analisis unsur-unsur jejak dan tanah jarang menggunakan ICP-MS. Selanjutnya, hasil pengolahan data geokimia tersebut digunakan untuk identifikasi batuan dan sekaligus untuk menentukan daerah kontak susunan batuan (litologi) diantara *Formasi Kelompok Batuan Granit Belawayan(Kgr)* dengan *Kelompok Batuan Formasi Haruyan (Kvh)*.

GEOLOGI REGIONAL

Daerah kegiatan penelitian ini termasuk ke dalam wilayah daratan Kalimantan. Geologi daerah tersebut telah dipelajari oleh Krol (1920), Sumarsono (1984), Sikumbang (1986), Sikumbang dan Heryanto (1994), Heryanto dan Sanyoto (1994), Supriatna,dkk. (1994) dan Rustandi, dkk. (1995) [2,3,4,5,6,7,8]. Batuan tertua di daerah penelitian ini terdiri dari batuan dasar ultramafik dan batuan metamorf Kapur Awal. Batuan ultramafik terdiri dari harzburgit, peridotit, serpentinit dan gabbro. Sedangkan batuan metamorf terdiri dari sekumpulan hornblende sekis, mika sekis, epidot sekis, glaukofan sekis dan amfibolit. Batuan dasar ini diterobos oleh granitoida Kapur Akhir dan ditimbun oleh endapan Klastik Kapur (Endapan Pitap) dan karbonat (Batu Nunggal Kapur), serta gunung berapi (Vulkanik Haruyan) [1].

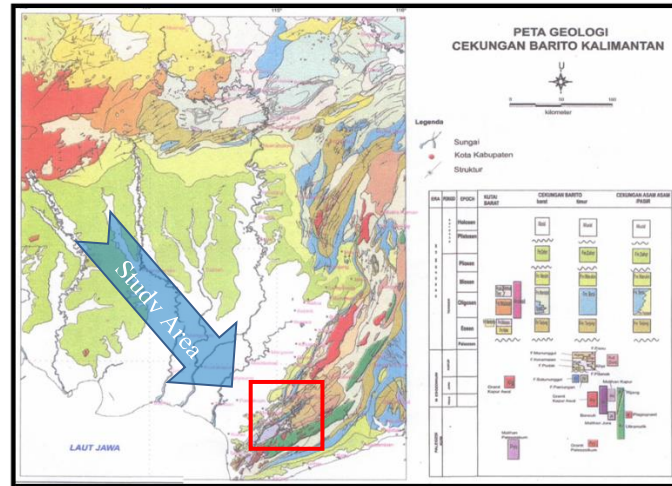
Batuan granitoid banyak terhampar luas di bagian barat jalur Meratus. Dengan jenis batuan utama adalah granit hipidiomorfik holokristalin, tonalit, tronjemit dan diorit. Geokimia unsur utama secara keseluruhan, granitoida merupakan magmatisme daerah subduksi yang khas. Termasuk kalk-alkalin (Gambar 4b), granitoida tipe-I. Berdasarkan diagram karakter busur vulkanik granitoida sangat jelas tampak pada (Gambar 4c, d). Pada diagram ini sebagian besar granitoida jatuh di daerah granit busur vulkanik (VAG), dan hanya sedikit sampel yang jatuh di daerah *oceanic ridge granite* (ORG). Konsentrasi K₂O rendah dari beberapa granitoid kemungkinan menunjukkan bahwa mereka berkembang di lingkungan samudra, yang dihasilkan dari fraksinasi magma basaltik samudra.

Secara regional daerah Kandungan dan sekitarnya termasuk ke dalam Peta Geologi Lembar Amuntai Skala 1:250.000 [6]. Urutan stratigrafi yang menyusun daerah Kandungan Bagian Selatan yang dimulai dari muda ke tua secara berurutan seperti terlihat pada (Gambar 1).

Pemetaan geologi skala 1:50.000 ini dilaksanakan di daerah Kandungan bagian selatan (Nomor Lembar Peta 1713-32) dengan posisi koordinat 115° 15' 00'' sampai dengan 115° 30' 00'' Bujur Timur dan 2° 52' 30'' sampai dengan 3° 00' 00'' Lintang Selatan. Secara administrasi, daerah pemetaan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Tapin.

Stratigrafi Regional

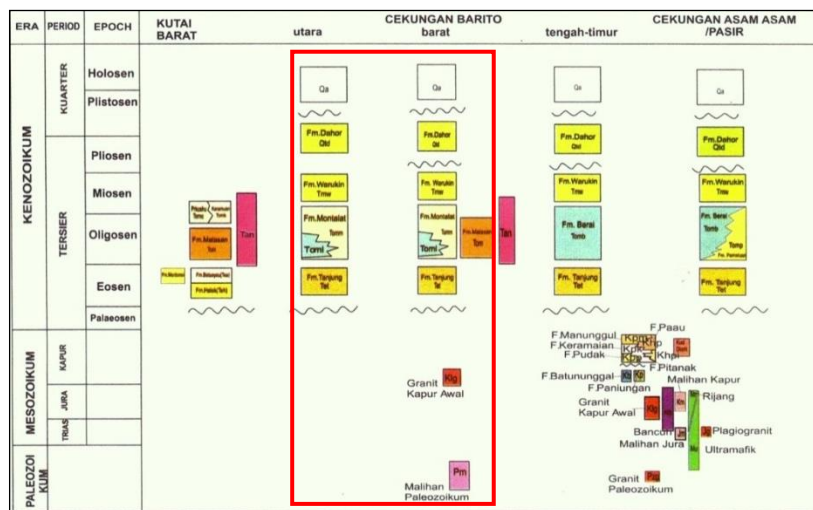
Daerah Kandungan bagian selatan terletak di Cekungan Barito Barat, yang secara fisiografi menempati bagian barat dari tinggian Meratus. Peta Geologi Cekungan Barito tersaji pada Gambar 1, sedangkan korelasi satuan batumannya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta geologi Cekungan Barito [9]

Secara umum stratigrafi batuan yang menempati Cekungan Barito Barat menurut Heryanto [9], dapat dibagi menjadi tiga kelompok yakni Pra-Kapur, Kapur Akhir dan Tersier. Ketiga kelompok tersebut terpisahkan oleh ketidakselarasan.

Kelompok Pra-Kapur terdiri atas batuan yang lebih tua dari Kapur Akhir dengan kontak antar satuan batuan berupa sesar diwakili oleh batuan ultramafik (Mu). Umur ditentukan oleh rijang radiolaria yang ditemukan bersama dengan (Mu) yang menunjukkan umur Jura Kapur [10]. Batuan tersebut diterobos oleh batuan beku gabro, diorit dan granit (Klg) yang berumur Kapur Awal ($103,100 \pm 3,23$ s/d $131,10 \pm 12,79$).



Gambar 2. Korelasi satuan batuan geologi Cekungan Barito [9].

Kelompok Kapur Akhir tersusun oleh batuan sedimen Kelompok Pitap yang terdiri dari : Formasi Puduk (Kpp), Keramaian (Kpk) dan Manunggul (Kpm), yang saling menjemari; dan Kelompok Batuan Gunung Api Haruyan yang terdiri dari : Formasi Pa'au (Khp) dan Pitanak (Khipi).

Kelompok Tersier secara berurutan dari tua ke muda adalah Formasi Tanjung (Tet) berumur Eosen Akhir yang terbagi menjadi bagian bawah, tengah, dan atas serta anggota Lempung. Formasi Tanjung tertindih secara selaras oleh batugamping Formasi Berai (Tomb, Oligosen-Miosen) yang diikuti oleh pengendapan Formasi Warukin (Tmw, Miosen Tengah) secara selaras. Runtunan batuan Tersier termuda adalah Formasi Dahor (QTd, Plio-Plistosen) yang menindih tak selaras di atas Formasi Warukin.

Elemen tektonik di Kalimantan terdiri atas elemen lempeng kontinen dan lempeng samudera. Menurut Patra Nusa Data [9] Cekungan Barito dibatasi oleh Mikro Lempeng Kalimantan Barat Daya di bagian barat, Cekungan Dalam Muka Barito dan Cekungan Barito Utara dan Tinggian Meratus di bagian timur. Endapan pengisi Cekungan Barito menipis ke arah barat dan menebal ke arah timur.

METODE ANALISIS

Kegiatan pemetaan geologi skala 1:50.000 dan rekonstruksi stratigrafi dilakukan oleh *geologist* di lapangan. Setelah stratigrafi umum terbentuk, *lithofacies* yang paling signifikan (fitur tekstur) diidentifikasi baik secara makroskopis di lapangan dan mikroskopis di laboratorium petrologi serta dilakukan identifikasi unsur kimia di Laboratorium Uji Kimia. Semua uji laboratorium terhadap sampel batuan dilakukan mengikuti prosedur yang ditetapkan dalam standar nasional dan internasional (SNI dan ASTM). Sebanyak dua puluh delapan sampel batuan telah terkumpul dari kegiatan survei lapangan. Sampel tersebut diambil dari Formasi Granit Belawayan dan Kelompok Haruyan.

Sebelum dilakukan analisis geokimia baik dengan menggunakan XRF maupun ICP-MS, sampel batuan tersebut terlebih dahulu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil dengan alat *Crusher*. Material kontaminan seperti *amygdales* dan bagian urat batuan dipisahkan. Fragmen-fragmen sampel batuan dibilas dengan air bersih dan dikeringkan sebelum digiling menjadi serbuk halus yang berukuran ± 200 mesh. Selanjutnya serbuk sampel batuan yang halus tersebut sudah siap dianalisis di Laboratorium Pusat Survei Geologi dengan menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF) ARL 9900* dan *ICP-MS Thermo Icap Q*. Data hasil pengukuran baik dengan menggunakan XRF maupun ICP-MS, divalidasi dengan menggunakan *Certified Reference Materials (CRM)* kemudian diolah lebih lanjut menggunakan *software petrograph* dan *Iqpet*.

Analisis X-Ray Fluorescence (XRF)

Sampel serbuk halus disiapkan untuk analisis XRF di Laboratorium Pusat Survei Geologi, dengan memodifikasi teknik yang dijelaskan oleh Fitton, dkk [11]. Sampel dikeringkan selama paling sedikit 4 jam dalam oven pada temperatur 110°C . Proses selanjutnya adalah penentuan kadar *LOI* dengan menggunakan metode gravimetri. Prinsipnya yaitu berdasarkan selisih massa dari sampel sebelum dan sesudah pemijaran dibagi massa total sampel sebelum pemijaran lalu dikalikan 100 %. Kemudian, persen *LOI* yang didapatkan dimasukkan ke *software input* data pengukuran alat XRF. Penentuan kadar *LOI* ini dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 1 gr sampel dipanaskan dalam oven sampai temperatur 1100°C . Dalam pembuatan *pressed powder pellet*, pertama-pertama sebanyak 5 gr sampel ditimbang dengan menggunakan neraca analitis, lalu ditambahkan dan dihomogenkan dengan 1 gr CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) yang berfungsi sebagai perekat dimana sampel berupa bubuk akan terikat atau melekat kuat. Bubuk sampel tersebut dibuat menjadi *pressed powder pellet* dengan menggunakan alat *Herzog Press* dengan beban 110 kN, *ring press* yang terbuat dari baja terpasang dan berisi asam borat sebagai alas standar sehingga pada saat dilakukan analisis tidak jatuh dan merusak alat XRF. Setelah proses pembuatan *pressed powder pellet* selesai, sampel berupa *pellet* dimasukkan ke dalam *cassette* alat XRF, dimana *cassette* ini berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk menempatkan standar dan sampel yang akan diukur.

Analisis ICP-MS

Proses preparasi sampel batuan yang sudah berbentuk serbuk halus 200 mesh diawali dengan tahapan destruksi substansi material batuan menjadi senyawa anorganik sederhana dalam suasana asam sehingga dapat dilakukan analisis kuantitatif dengan menggunakan ICP-MS Thermo Icap Q. Proses destruksi dilakukan dengan menggunakan metode *microwave* tabung tertutup, sehingga diharapkan tidak ada material sampel yang terpecah keluar selama proses destruksi dan merata diseluruh bagian.

Tabung teflon dibersihkan terlebih dahulu dengan larutan HNO_3 15 %, dibilas dengan air *Milli-Q* sebanyak 3 – 5 kali lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C . Kemudian, sampel ditimbang sebanyak 200 – 500mg dalam tabung teflon dalam keadaan tertutup dan ditambahkan 2mL HNO_3 *suprapure* 65 % b/b sebagai oksidator. Sebagai *blanko*, pada tabung teflon lainnya ditambahkan masing-masing 2 mL HNO_3 *suprapure* 65 % b/b. Selanjutnya sampel dan blanko siap dilakukan proses destruksi dengan menggunakan *microwave*. Setelah proses destruksi dan pendinginan, tabung teflon dibuka dengan hati-hati, lalu larutan sampel dalam tabung dipipet dengan menggunakan pipet yang telah dibersihkan dan dibilas dengan air *Milli-Q*. Tabung teflon dibilas beberapa kali lalu larutan sampel dan air bilasan di masukkan ke dalam labu ukur. Larutan sampel ditambahkan larutan standar internal dan dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan alat ICP-MS.

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan koordinat lokasi pengambilan sampel batuan yang diambil dari lapangan maka sampel dibagi menjadi dua kelompok batuan yaitu kelompok sampel batuan yang diambil dari *Formasi Haruyan* dan

kelompok sampel batuan yang diambil dari *Formasi Granit Belawayan*. Setelah koordinat titik-titik pengambilan sampel dimasukkan pada Peta Geologi Regional Kandungan maka akan tampak seperti pada Gambar.1 di bawah ini.

Sedangkan komposisi kimia dari sampel batuan berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan XRF dan ICP-MS di Laboratorium Pusat Survei Geologi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Seluruh sampel batuan yang diambil dari Formasi Granit Belawayan cukup bagus sebagaimana terlihat dari nilai *LOI* yang diperoleh dari sampel tersebut rata-rata masih di bawah 2 % sehingga dapat diinterpretasikan bahwa sampel batuan tersebut masih segar, belum mengalami alterasi. Sedangkan sampel yang diambil dari Kelompok Batuan Haruyan memiliki nilai *LOI* pada rentang 1.66 – 6.08 %. Nilai tersebut relatif masih cukup baik karena masih di bawah 10 %.

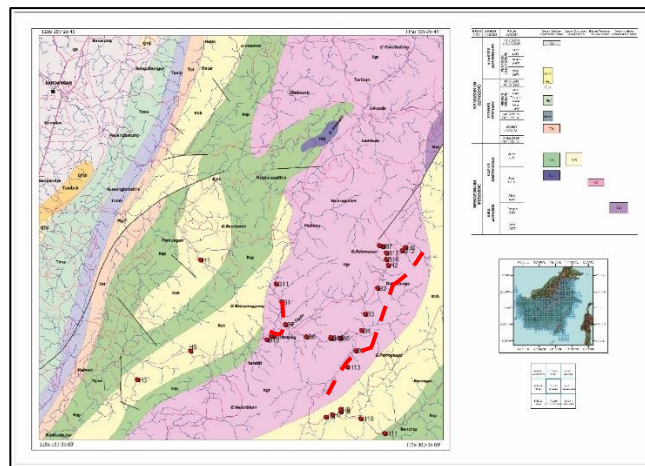
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa granit mengandung unsur tanah jarang atau *rare earth elements (REE)* yang cukup tinggi. Dalam hal ini analisis geokimia pada batuan granit telah memberikan informasi sumber lain dari keberadaan REE. Ternyata REE tidak hanya terkandung dalam mineral monasit saja seperti yang dijelaskan oleh Rohimana dan Buchari [12]. Tetapi terkandung juga dalam batuan granit dan batuan – batuan lainnya. Namun, kadarnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan kadar REE dalam mineral monasit.

Klasifikasi jenis batuan vulkanik dan plutonik berdasarkan analisis geokimia setelah dilakukan perajahan ke dalam diagram total alkali silika (TAS) dari Lebas et al. 1986 [13], seperti tampak pada Gambar 4a. Dari diagram tersebut diperoleh jenis batuan vulkanik terdiri dari batuan basalt, basaltik-andesit, andesit, dan riolit. Sedangkan untuk jenis batuan plutonik terdiri dari gabro, diorit, granodiorit, dan granit

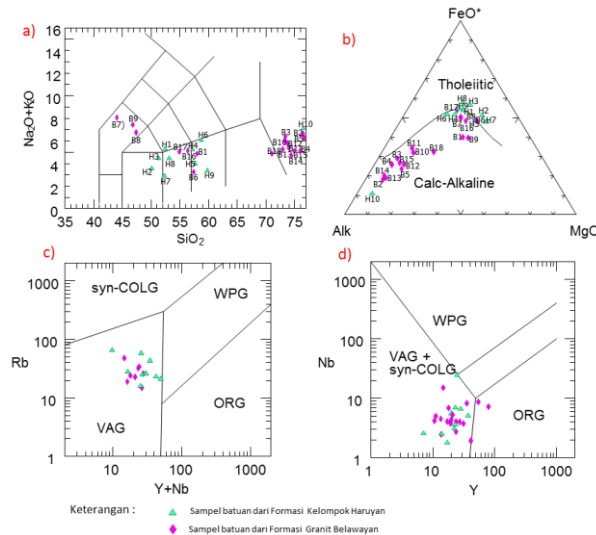
Batuan plutonik dari Formasi Granit Belawayan secara teoritis berdasarkan literatur bersifat asam dengan kadar SiO_2 di atas 70 %. Tetapi fakta dilapangan setelah dilakukan analisis geokimia terhadap sampel batuan yang diambil dari wilayah formasi tersebut terdapat beberapa batuan vulkanik dan bersifat basa dengan kadar SiO_2 di bawah 50 %. Hal ini tidak sesuai dengan sebaran batuan yang terdapat pada peta geologi regional seperti tampak pada Gambar 3. Terlihat dengan jelas berdasarkan perajahan titik koordinat pengambilan sampel (kode B) masih dalam wilayah Formasi Granit Belawayan. Sedangkan berdasarkan hasil analisis geokimia dan data di lapangan, diperoleh jenis batuan vulkanik yang bersifat basa, yang merupakan karakteristik dari kelompok Batuan Formasi Haruyan.

Oleh karena itu dapat diinterpretasikan bahwa terjadi pergeseran batas kontak satuan batuan dari kedua formasi tersebut. Sehingga batas kontak satuan batuan dari Formasi Granit Belawayan dan Formasi Kelompok Haruyan, yang terdapat pada peta geologi harus diperbaiki. Adapun rekomendasi perbaikan batas kontak satuan batuan dari kedua formasi tersebut dalam Peta Geologi skala 1 : 50.000 Lembar Kandungan Bagian Selatan adalah seperti terlihat garis putus-putus berwarna merah yang terdapat pada Gambar 3.

Konsentrasi elemen jejak granit konsisten dengan asal usulnya di lingkungan zona subduksi. Mereka diperkaya dengan *lithophile ion large elements (LILE)* seperti: Ba, Rb, Th dan K. Namun, terkuras dalam unsur *high field strength elements (HFSE)* seperti: Nb, Zr dan Ti dan Y. Sebaliknya, tidak ada pengayaan dalam LILE dan penipisan HFSE tidak signifikan pada plagiogranit.



Gambar 3. Perajahan titik koordinat pengambilan sampel pada Peta Geologi Regional Kandungan (Heryanto & Sanyoto, 1994).



Gambar 4. Perajahan data geokimia terhadap diagram TAS, LeBas et al.1986 (a); AFM (b); klasifikasi seting tektonik untuk granitoid, Rb vs Y + Nb (c); Nb vs Y (d).

Tabel 1. Hasil Analisis Unsur-unsur Utama, Jejak dan Unsur Tanah Jarang dari Sampel Batuan Kelompok Haruyan (H)

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
Unsur-unsur Utama (% m)										
SiO ₂	49.52	48.27	48.86	54.57	53.58	56.17	50.57	51.30	54.94	72.77
TiO ₂	0.51	0.54	0.53	0.49	0.57	0.65	0.43	0.53	0.50	0.10
Al ₂ O ₃	14.95	15.26	13.89	14.09	12.83	13.08	15.78	14.06	15.10	13.35
Fe ₂ O ₃	2.03	1.93	2.27	1.60	1.51	1.67	1.51	2.04	1.22	0.15
FeO	10.37	9.84	11.57	8.17	7.71	8.51	7.70	10.41	6.24	0.77
MnO	0.21	0.22	0.26	0.20	0.11	0.30	0.17	0.21	0.15	0.04
MgO	5.49	7.58	6.23	4.04	5.93	3.52	7.02	4.62	2.90	0.53
CaO	6.05	9.01	7.02	6.71	6.82	5.13	10.50	8.49	7.52	0.71
Na ₂ O	3.59	2.15	2.76	3.72	1.67	3.38	2.25	2.87	1.84	2.66
K ₂ O	1.39	1.25	1.47	1.28	2.01	2.40	0.56	1.41	1.28	4.09
P ₂ O ₅	0.32	0.28	0.43	0.52	0.12	0.79	0.15	0.57	0.21	0.00
LOI	3.41	2.33	3.51	2.45	6.08	2.37	1.77	2.12	5.88	1.66
Total	97.84	98.65	98.80	97.85	98.95	97.96	98.40	98.63	97.79	96.82
Unsur-unsur Jejak (ppm)										
Ba	-	511.00	-	-	-	579.00	-	-	505.00	586.00
Cr	-	32.00	52.00	21.00	48.00	44.00	114.00	51.00	-	45.00
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	28.00	26.00	21.00	16.00	58.00	43.00	-	25.00	23.00	65.00
Sr	616.00	26.00	255.00	216.00	190.00	278.00	227.00	446.00	218.00	56.00
V	290.00	268.00	276.00	208.00	207.00	144.00	224.00	257.00	147.00	-
Y	14.1	23.4	24.8	22.4	20.1	28.4	17.2	23.2	37.6	7.16
Zr	-	-	-	-	-	63.00	-	-	-	-
Co	49.00	43.00	31.00	35.00	35.00	28.00	37.00	46.00	24.00	-
Ni	-	-	-	-	22.00	-	-	-	-	-
Cu	189.00	132.00	-	155.00	73.00	367.00	101.00	200.00	51.00	16.00
Zn	54.00	80.00	72.00	91.00	89.00	182.00	57.00	77.00	65.00	-
Ga	11.3	15.9	18.5	20.00	13.6	19.8	13.5	17.8	16.4	10.4
Nb	2.48	6.9	24.8	3.09	5.52	6.57	1.76	3.61	5.06	2.54
Unsur-unsur Tanah Jarang (ppm)										
La	5.25	13.4	18.5	14.9	8.66	19.4	5.19	9.71	14.7	14.3

Ce	12.9	30.1	39.1	33.3	17.9	45.9	11.8	23.1	35.6	26.4
Pr	1.89	4.17	5.06	4.7	2.5	6.98	1.59	3.46	5.09	2.99
Nd	8.45	16.9	19.6	20	10.2	30.2	6.93	15	21.1	9.94
Sm	2.21	4.23	4.53	4.71	2.64	7.09	2	3.92	5.39	1.84
Eu	0.57	0.9	0.79	1.00	0.6	1.33	0.52	0.86	1.01	0.46
Gd	1.63	3.1	3.12	3.06	2.00	4.44	1.57	2.67	3.86	1.31
Tb	0.3	0.56	0.57	0.54	0.41	0.76	0.34	0.51	0.77	0.19
Dy	2.00	3.71	3.73	3.43	2.88	4.71	2.39	3.47	5.44	1
Ho	0.42	0.77	0.78	0.7	0.61	0.93	0.53	0.73	1.16	0.2
Er	1.11	2.03	2.09	1.88	1.68	2.37	1.49	1.97	3.25	0.53
Tm	0.16	0.29	0.3	0.27	0.25	0.33	0.23	0.29	0.49	0.08
Yb	1.04	1.88	1.97	1.78	1.65	2.09	1.52	1.9	3.21	0.51
Lu	0.16	0.28	0.29	0.28	0.25	0.31	0.24	0.29	0.49	0.09

Tabel 2. Hasil Analisis Unsur-unsur Utama, Jejak dan Unsur Tanah Jarang dari Sampel Batuan Kelompok Granit Belawayan (B)

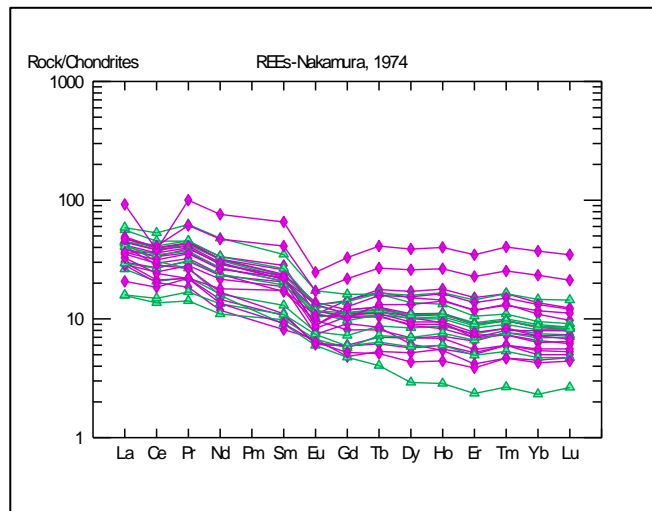
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Unsur-unsur Utama (% m)										
SiO ₂	55.78	73.67	69.97	72.57	72.52	55.76	41.75	44.65	44.41	70.48
TiO ₂	0.45	0.16	0.37	0.20	0.21	0.45	1.17	0.52	3.09	0.26
Al ₂ O ₃	14.58	12.09	12.55	12.85	12.31	14.53	13.72	13.34	14.67	12.28
Fe ₂ O ₃	1.37	0.26	0.47	0.32	0.36	1.37	2.59	2.22	2.21	0.56
FeO	6.97	1.32	2.39	1.62	1.86	6.99	13.23	11.31	11.28	2.85
MnO	0.14	0.06	0.06	0.03	0.03	0.21	0.20	0.21	0.05	0.04
MgO	5.21	0.62	0.79	0.55	1.19	5.43	7.65	7.66	9.25	1.45
CaO	6.77	1.82	2.53	2.45	0.11	8.93	6.58	7.49	2.73	2.07
Na ₂ O	3.05	3.69	5.68	4.29	5.73	2.91	3.49	2.55	6.92	4.58
K ₂ O	1.65	2.71	0.38	0.62	0.19	0.27	4.16	3.80	0.15	1.13
P ₂ O ₅	0.27	0.00	0.15	0.08	0.11	0.34	0.32	0.47	0.17	0.15
LOI	1.66	0.72	1.12	1.18	0.83	1.12	1.61	2.62	1.24	1.18
Total	97.90	97.12	96.47	96.76	95.46	98.30	96.46	96.82	96.16	97.03
Unsur-unsur Jejak (ppm)										
Ba	567.00	453.00	-	-	-	-	36.00	-	-	397.00
Cr	77.00	70.00	57.00	103.00	61.00	59.00	65.00	38.00	-	51.00
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	34.00	48.00	-	-	-	-	15.00	-	-	-
Sr	436.00	-	-	-	-	235.00	414.00	404.00	-	60.00
V	191.00	-	27.00	-	18.00	166.00	264.00	325.00	86.00	26.00
Y	19.8	10.6	54.9	80.4	35.4	31.3	24	14.9	27.4	41.3
Zr	-	-	-	-	61.00	-	-	-	77.00	-
Co	26.00	-	-	-	-	29.00	36.00	37.00	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	50.00	-	18.00	-	-	22.00	129.00	197.00	-	-
Zn	52.00	25.00	19.00	24.00	18.00	60.00	82.00	86.00	54.00	14.00
Ga	16.6	11.4	17.1	14.5	13.2	14.8	17	17.2	16.3	16.6
Nb	4.33	4.2	8.7	7.22	8.24	3.78	2.71	14.9	3.99	1.92
Unsur-unsur Tanah Jarang (ppm)										
La	14.6	10.8	15.5	30.4	12	6.84	12.9	11.6	11.8	15.8
Ce	32.9	20.9	35.5	33	27.2	16	28.9	25.5	31.8	33.9
Pr	4.59	2.45	6.86	11.2	3.96	2.47	4.05	3.61	4.97	4.86
Nd	18.8	8.51	29.6	47.9	16.5	11.3	17	15	21.1	20.1
Sm	4.37	1.86	8.34	13.3	4.51	3.53	4.22	3.45	5.72	5.26

Eu	1.02	0.49	1.32	1.9	0.68	0.83	0.9	0.75	0.84	1.01
Gd	3.04	1.44	6.02	9.06	3.49	2.83	2.91	2.23	3.96	3.94
Tb	0.52	0.24	1.26	1.93	0.74	0.62	0.54	0.38	0.79	0.83
Dy	3.23	1.49	8.89	13.3	5.27	4.53	3.63	2.38	5.16	5.85
Ho	0.66	0.31	1.85	2.8	1.14	0.99	0.76	0.48	1.01	1.25
Er	1.73	0.87	5.12	7.8	3.09	2.68	2.04	1.24	2.64	3.4
Tm	0.25	0.14	0.76	1.21	0.45	0.39	0.29	0.18	0.4	0.49
Yb	1.58	0.94	5.13	8.19	2.91	2.58	1.88	1.1	2.41	3.01
Lu	0.23	0.15	0.72	1.18	0.41	0.38	0.28	0.17	0.33	0.42

Tabel 2. (Lanjutan)

	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18
Unsur-unsur Utama (% m)								
SiO ₂	70.54	71.25	68.12	70.01	70.26	53.37	52.59	67.42
TiO ₂	0.25	0.17	0.27	0.36	0.23	0.53	0.47	0.23
Al ₂ O ₃	12.77	12.63	12.70	13.93	12.40	14.77	14.40	12.96
Fe ₂ O ₃	0.56	0.39	0.21	0.21	0.34	1.61	1.78	0.55
FeO	2.84	1.97	1.09	1.08	1.75	8.22	9.06	2.82
MnO	0.04	0.07	0.05	0.05	0.03	0.23	0.22	0.09
MgO	1.14	1.13	0.56	0.44	0.81	4.92	4.23	2.26
CaO	1.74	3.26	5.40	2.85	3.03	5.83	7.60	3.88
Na ₂ O	4.10	3.63	4.45	3.80	4.48	3.55	3.16	3.27
K ₂ O	1.11	1.87	0.46	0.76	0.41	1.31	1.69	1.34
P ₂ O ₅	0.11	0.07	0.11	0.13	0.10	0.35	0.59	0.14
LOI	1.73	0.82	3.56	2.82	3.11	2.95	2.30	2.45
Total	96.93	97.26	96.97	96.44	96.96	97.63	98.08	97.41
Unsur-unsur Jejak (ppm)								
Ba	-	438.00	-	-	-	470.00	285.00	328.00
Cr	47.00	75.00	64.00	55.00	73.00	25.00	34.00	51.00
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb	23.00	24.00	-	-	-	26.00	32.00	19.00
Sr	151.00	79.00	53.00	93.00	-	342.00	633.00	209.00
V	48.00	28.00	-	27.00	-	155.00	194.00	64.00
Y	17.1	13.5	17.9	11.3	21	23.9	19.6	13.8
Zr	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	30.00	31.00	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	17.00	-	-	-	-	94.00	246.00	101.00
Zn	24.00	31.00	-	-	18.00	96.00	88.00	38.00
Ga	12.3	11.9	12	14.3	14.1	17.23	17.8	10.3
Nb	4.03	4.45	6.93	5.02	5.32	4.02	3.72	2.45
Unsur-unsur Tanah Jarang (ppm)								
La	9.85	9.36	9.94	9.45	13.8	16.2	12.6	13.4
Ce	18.4	17.5	23.3	21.5	31.1	34.5	29.1	24.7
Pr	2.46	2.07	3.42	3.15	4.45	4.9	4.36	2.97
Nd	9.19	7.46	14.6	13.6	18.1	20.1	18.5	10.6
Sm	2.17	1.65	4.15	3.8	4.68	4.82	4.38	2.24
Eu	0.48	0.52	0.64	0.57	0.68	1.06	0.91	0.47
Gd	1.66	1.33	2.9	2.52	3.29	3.29	2.82	1.63
Tb	0.33	0.25	0.5	0.4	0.59	0.59	0.49	0.29
Dy	2.36	1.78	3.02	2.1	3.51	3.79	3.09	1.95
Ho	0.5	0.39	0.58	0.38	0.65	0.78	0.63	0.42

Er	1.46	1.13	1.57	0.94	1.56	2.02	1.65	1.17
Tm	0.23	0.18	0.24	0.14	0.22	0.29	0.22	0.18
Yb	1.58	1.19	1.75	0.99	1.39	1.86	1.45	1.23
Lu	0.25	0.18	0.27	0.16	0.22	0.28	0.21	0.19



Gambar 5. Perajahan REE terhadap diagram REEs-Nakamura,1974

Berdasarkan Gambar 5 di atas tampak dengan jelas terdapat dua profil kurva yang berbeda kecenderungannya. Hal ini dimungkinkan terjadi karena terdapat dua sumber magma yang berbeda sehingga kelompok batuan tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda. Garis yang berwarna hijau merupakan sampel batuan yang diambil dari Formasi Kelompok Batuan Haruyan. Sedangkan garis yang berwarna merah muda merupakan profil kurva yang dihasilkan dari Kelompok Batuan Granit Belawayan.

Unsur tanah jarang (REE) telah terbukti menjadi indikator geokimia yang efektif, karena sifat sensitivitasnya terhadap proses pendinginan fluida yang beroperasi selama genesis dan evolusi magma. Dari kurva di atas, terdapat anomali negatif dari unsur Serium (Ce) dan Europium (Eu). Unsur-unsur tanah jarang ini biasanya berperilaku sama karena ukurannya sama dan terjadi secara eksklusif sebagai kation trivalen, kecuali Ce dan Eu [12]. Konfigurasi kulit elektron 4f memungkinkan Ce dan Eu menyimpang dari valensi 3+ sebagaimana yang dimiliki oleh unsur-unsur tanah jarang pada umumnya. Spesiasi unsur Ce dalam fluida magma bisa dalam bentuk Ce^{3+} dan Ce^{4+} . Sedangkan spesiasi unsur Eu bisa dalam bentuk sebagai Eu^{3+} dan Eu^{2+} . Suatu keadaan dimana Ce mengalami anomali positif diinterpretasikan karena mengalami kelimpahan Ce^{4+} atau dalam kondisi pengoksidasi, yang memungkinkan spesiasi Ce^{4+} dapat menggantikan Zr^{4+} . Sedangkan apabila Eu mengalami anomali negatif biasanya dikaitkan dengan adanya Eu^{2+} dalam fluida atau mengalami pengurangan, karena spesiasi Eu^{2+} lebih sulit untuk menggantikan Zr^{4+} daripada Eu^{3+} . Banyak zirkon menunjukkan anomali positif Ce dan anomali negatif Eu, yang secara kontradiktif menunjukkan kondisi teroksidasi dan mengalami pengurangan.

KESIMPULAN

Kegiatan pemetaan geologi skala 1:50.000 Lembar Kandungan Bagian Selatan, Propinsi Kalimantan Selatan ini, telah terlaksana dengan baik. Jumlah data geologi dan sampel batuan yang diambil dari lapangan daerah Lembar kandungan Bagian Selatan ini sudah representatif.

Berdasarkan hasil pengolahan data analisis geokimia, terdapat beberapa koordinat sampel yang menurut peta regional berada pada daerah Formasi Granit Belawayan tetapi secara sifat karakteristik kimia mendukung dan meningkatkan keyakinan geologi dilapangan bahwa sampel batuan tersebut termasuk ke dalam satuan batuan Formasi Kelompok Batuan Haruyan. Sehingga dapat diinterpretasikan bahwa terjadi pergeseran kontak satuan batuan antara Formasi Granit Belawayan dengan satuan batuan dari Formasi Kelompok Haruyan. Oleh karena itu, data hasil analisis geokimia ini semakin memperkuat data lapangan dan meningkatkan keyakinan baik secara ilmiah maupun berdasarkan fakta dilapangan untuk merekomendasikan dilakukan revisi kontak satuan batuan pada kedua formasi tersebut pada Peta Geologi Skala 1 : 50.000 Lembar Kandungan Bagian Selatan, Kalimantan Selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan yang telah diberikan oleh Kelompok Kerja Pemetaan, Pusat Survei Geologi. Sehingga penulis bisa mengikuti dan terlibat dalam kegiatan diskusi baik di lapangan maupun di kantor. Penulis juga berterima kasih kepada para *geologist* senior atas petunjuk dan bimbingan yang bermanfaat.

REFERENSI

1. U. Hartono, M.H.J. Dirk, P. Sanyoto dan S. Permanadewi.,1998. Geochemistry and K/ Ar results of the Mesozoic-Cenozoic plutonic and volcanic rocks from the Meratus Range, South Kalimantan. GEOSEA '98 Proceeding, Geol. Soc. Malaysia Bull.45, December 1999; pp. 49-61
2. KRoL,1920. Geologische Schetkaart van Pulau Lauten Tanah Bume, Schaal 1:200,000. Jaarboekv.h. Mijnwezen in N.O.I.
3. Sumarsono, P., 1984. Evolusi tektonik daerah Meratus dan sekitarnya,Kalimantan Tenggara. PPTMGB "LEMIGAS" (Unpub.),20p.
4. Sikumbang, N., 1986. Geology and tectonics of pre-Tertiary rocks in the Meratus Mountains, Southeast Kalimantan, Indonesia (Unpub. Ph.D. thesis). Royal Holloway and Bedford New College, University of London, 400p.
5. Sikumbang, N. dan Heryanto, R, 1994. Peta Geologi Lembar Banjarmasin skala 1:250.000. Puslitbang Geologi.
6. Heryanto, R dan Sanyoto, P., 1994: Peta Geologi Lembar Amuntai, Kalimantan. Skala 1:250.000, Puslitbang Geologi.
7. Rustandi, E., Nila, E.S., Sanyoto, P. dan Margono, U., 1995. Peta Geologi Lembar Kotabaru, Kalimantan, Skala 1:250.000. Puslitbang Pengo Geologi.
8. Supriatna, S., Jamal, B., Heryanto, R. dan Sanyoto, P., 1994. Geological map of Indonesia, Banjarmasin sheet, 1:1,000,000 Scale. GRDC.
9. Heryanto, R. ,2010, Geologi Cekungan Barito Kalimantan, Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
10. Wakita, K., Miyazaki, K., Zulkarnain, I., Sopaheluwakan, J. and Sanyoto, P., 1998. Tectonic implications of new age data for the Meartus Complex of south Kalimantan, Indonesia, The Island Arc (1998) No. 7, p. 202-222.
11. Fitton, J.G., Saunders, A.D., Larsen, L.M., Hardarson, B.S., and Norry, M.J., 1998, Volcanic rocks from the southeast Greenland margin at 63°N: composition, petrogenesis and mantle sources: Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, v. 152, p. 331–350.
12. Rohiman, A., dan Buchari., 2015. Pemisahan Unsur Logam Tanah Jarang (Ce, La, dan Gd) dengan Metode Solvent Impregnated Resin menggunakan 1-fenil-3-metil-4-benzoil-5-pirazolon. Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral Vol.16 No. 4, 2015, pp. 183-194 ISSN : 0853-9634.
13. LeBas,M.J., Lemarrre, RW., Streckeisen,A. dan Zanettjn, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. J. Petrol., 27, 745-750.
14. Chappel, B.W. and White, A.J.R., 1984. Two contrasting granite types. Pacific Geology, 8,173-174.
15. Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for granitic rocks.J. of Petrology, 25, 956-983.
16. Dirk, M.H.J., 1997. Penelitian batuan granitik di daerah Barabai, Hulu Sungai Tengah, Kalimantan. Laporan PKIGT, Puslitbang Geologi Bandung (tidak dipublikasikan).
17. Hartono, U., R. Sukanto, Surono, H. Panggabean., 2000. Evolusi Magmatik Kalimantan Selatan. Publikasi Khusus No 23, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
18. Heryanto, R. dan Margono, U., 2008. The Provenance and Diagenesis of Sandstone of The Eocene Tanjung Formation in The Kualakurun Area, Central Kalimantan. Jurnal Sumber Daya Geologi. 18,5, 291-298.
19. Krol, L.H., 1920. Over de geologie van een gedeelte van de Zuideren Oosterafdeeling van Borneo, Jaarb. Mijnt. Nederl. Oost-Indie, verh., 47, 1918 deel.
20. Krol, L.H., 1925. Eenige cijfers uit de 3 etages van het Eocen en uit het jong Tersier van Martapoera. Geol. Mijnb. Gen. Verb. Geol. Seria. 8 342-366
21. Margono, U., Sutrisno, dan E. Susanto, D., 1997. Peta Geologi Lembar Kandangan, Kalimantan Selatan Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
22. Margono, U., 2012. Penyusunan Stratigrafi di Daerah Binuang dan sekitarnya, Kalimantan Selatan. (Tidak dipublikasikan).
23. Polhoupepsy, A.A., 2007. Laporan Analisis Palinologi dari daerah Binuang. (Laporan Internal)