

# buletin

# SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 9 No. 3, November 2014



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

**Badan Geologi**

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 9	No. 3	Halaman 139 - 192	Bandung November 2014	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah kutipan keputusan kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012
--------------------------------	--------	-------	----------------------	--------------------------	--

**KETERANGAN SAMPUL DEPAN**

Indikasi Sesar Mendatar pada singkapan SE\_AP\_031\_FP, di daerah Segah, Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur



LEMBAGA  
ILMU PENGETAHUAN  
INDONESIA

**P2  
MI**  
Panitia  
Penilai  
Majalah  
Ilmiah



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
LISMA 016 IDN

# SERTIFIKAT

Nomor: 424/AU/P2MI-LIPI/04/2012

## Akreditasi Majalah Ilmiah

Kutipan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Nomor 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012

**Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi**

**ISSN : 1907-5367**

**Penerbit : Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi,  
Kementerian ESDM**

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

## TERAKREDITASI

Akreditasi sebagaimana tersebut di atas berlaku selama 3 (tiga) tahun

Cibinong, 24 April 2012

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

→ Prof. Dr. Rochadi  
NIP 195007281978031001

Alamat Redaksi :  
Buletin Sumber Daya Geologi  
Bidang Informasi  
Jalan Soekarno-Hatta No. 444 Bandung, 40254  
Telp. (022) 5226270, 5202698, Fax. (022) 5206263,  
Website : [www.esdm.go.id/](http://www.esdm.go.id/), <http://psdg.bgl.esdm.go.id/>,  
e-mail : [psdg@bgl.esdm.go.id](mailto:psdg@bgl.esdm.go.id)





# buletin

# SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 9 No. 3, November 2014



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

**Badan Geologi**

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 9	No. 3	Halaman 139 - 192	Bandung November 2014	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah kutipan keputusan kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012
--------------------------------	--------	-------	----------------------	--------------------------	--

**KETERANGAN SAMPUL DEPAN**

Indikasi Sesar Mendatar pada singkapan SE\_AP\_031\_FP, di daerah Segah, Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur

## PENGANTAR REDAKSI

Tahun 2014 ini merupakan tahun persiapan Buletin Sumber Daya Geologi untuk mengajukan akreditasi ulang. Menjaga kesinambungan terbit dan meningkatkan kualitas substansi isi merupakan prioritas dan tantangan yang menjadi kerja keras pengelola buletin selama ini. Besar harapan kami untuk menjadikan Buletin ini tetap terakreditasi dan memberikan kontribusi yang lebih besar dan lebih luas dalam penyebaran informasi khususnya mengenai potensi sumber daya mineral dan energi di Indonesia. Dalam nomor penutup tahun ini kita patut bersyukur masih bisa konsisten menyajikan makalah yang berkualitas dan hadir tepat waktu ke tangan pembaca setia buletin ini.

Pada nomor ini redaksi dengan bangga menghadirkan lima makalah dengan topik yang cukup beragam. Tulisan mengenai batubara dan sekaligus membahas mengenai potensi Gas Metana Batubara (GMB) atau *Coal Bed Methane (CBM)* tersaji dengan makalah mengenai karakteristik batubara Formasi Sembakung daerah Segah, Kabupaten Berau dan potensi gas metana batubara pada Formasi Warukin daerah Batusopang, Kabupaten Pase, Kalimantan Timur. Hasil temuan lokasi baru panas bumi di Nusa Tenggara Timur tersaji dalam makalah berjudul Karakteristik Geokimia Panas Bumi Daerah Mapos Berdasarkan Manifestasi Permukaan. Dua makalah mengenai mineral yang tidak kalah menarik adalah mengenai karakteristik geokimia Unsur Tanah Jarang (UTJ) atau *Rare Earth Elements (REE)* dalam endapan bauksit dan mengenai potensi nilai tambah mineral ikutan pada wilayah bekas tambang bijih besi laterit.

Pada kesempatan ini dewan redaksi ingin menyampaikan terima kasih dan apresiasi setinggi-tingginya kepada para Editor dan Mitra Bestari yang tidak mengenal bosan meluangkan waktu untuk menjaga eksistensi Buletin ini. Kontribusi pemakalah yang setia menuangkan ide dan hasil karya untuk disajikan dalam buletin ini menjadikan kita masih optimis dengan keberlangsungan buletin kita. Dengan keyakinan bahwa di balik kesulitan pasti ada kemudahan dan tidak ada yang sia-sia dari sebuah kerja keras, Redaksi yakin bahwa Buletin tercinta ini dapat mempertahankan status terakreditasi dan berhasil memenuhi syarat keharusan menjadi Buletin Elektronik mulai tahun 2016. Mari menulis untuk berbagi.

Salam hangat  
Dewan Redaksi

### Penasihat

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

### Penanggungjawab

Kepala Bidang Informasi  
Ir. Prima Muharam Hilman, M.Sc

### Redaktur

Ir. Rina Wahyuningsih  
Ir. Denni Widhiyatna  
Ir. Herry Rodiana Eddy, M.Si  
Edi Suhanto, ST., M.Si  
Ir. Sabtanto Joko Suprpto  
Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi

### Editor

Ir. Bambang Pardiarto  
Ir. Kusdarto  
Ir. Deddy Amarullah  
Ir. Raharjo Hutamadi  
Ir. Teuku Ishlah  
Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc

### Desain Grafis dan Fotografer

Candra  
Rizki Novri Wibowo, S.Ds

### Sekretariat

Dra. Ella Dewi Laraswati  
Retno Rahmawati Lestari, S.Si  
Dwi Asmoro Susanto, A.Md

### Mitra Bestari Edisi ini

Dr. Ir. Rukmana N. Adhi, M.Sc  
Prof. Dr. Bukin Daulay, M.Sc  
Dr. Eng. Suryantini, ST  
Dr. Imam Sadisun, M.Eng  
Dr. Ir. Bambang Tjahjono, M.Sc

### DAFTAR ISI

#### MAKALAH ILMIAH

- 139 - 150    **KARAKTERISTIK GEOKIMIA PANAS BUMI DAERAH MAPOS BERDASARKAN MANIFESTASI PERMUKAAN**  
Oleh : Lano Adhitya Permana, Dede Iim Setiawan, Dikdik Risdianto, dan Arif Munandar
- 151 - 160    **POTENSI GAS METANA BATUBARA PADA FORMASI WARUKIN DI DAERAH BATUSOPANG, KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**  
Oleh : Dede I. Suhada dan Sigit A. Wibisono
- 161 - 172    **KARAKTERISTIK GEOKIMIA UNSUR TANAH JARANG DALAM ENDAPAN BAUKSIT DI DAERAH SANDAI, KABUPATEN KETAPANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT**  
Oleh : Kisman dan Bambang Pardiarto
- 173 - 184    **POTENSI NILAI TAMBAH MINERAL IKUTAN PADA WILAYAH BEKAS TAMBANG BIJIH BESI LATERIT DI KECAMATAN MANTEWE DAN KECAMATAN SIMPANG EMPAT, KABUPATEN TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**  
Oleh : Lia Novalia Agung
- 185 - 192    **KARAKTERISTIK BATUBARA PADA FORMASI SEMBAKUNG DI DAERAH SEGAH, KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**  
Oleh : Rohadian Yosep, Wahyu Sugiarto, dan Dede Ibnu Suhada

#### SARI MAKALAH

Oleh : Redaksi

#### GALERI FOTO

Oleh : Rizki Novri Wibowo, S.Ds

#### PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA PANAS BUMI DAERAH MAPOS,  
BERDASARKAN MANIFESTASI PERMUKAAN**  
*GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GEOTHERMAL IN MAPOS AREA,  
BASED ON SURFACE MANIFESTATION*

**Lano Adhitya Permana, Dede Iim Setiawan, Dikdik Risdianto, dan Arif Munandar**  
Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
lano.ap@yahoo.com

diterima : 29 Agustus 2014      direvisi : 5 September 2014      disetujui : 6 November 2014

**ABSTRAK**

Kegiatan penelitian panas bumi daerah Mapos dilakukan untuk mengetahui karakteristik geokimia panas bumi di daerah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengamatan dan pengambilan conto di lapangan, analisis laboratorium serta interpretasi data. Objek penelitian ini terdiri dari manifestasi panas bumi yang muncul di permukaan, geokimia air panas, batuan ubahan dan komposisi isotop stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tujuh air panas di daerah penelitian yang dapat diklasifikasikan ke dalam tipe air panas klorida, klorida-bikarbonat, sulfat, sulfat-bikarbonat dan bikarbonat. Seluruh air panas di daerah penelitian terletak di zona *immature waters* dengan jenis pola aliran air panas berupa *outflow* dan perkiraan temperatur reservoir sekitar 200°C. Berdasarkan manifestasi panas bumi di permukaan, sistem panas bumi daerah Mapos merupakan sistem panas bumi bertemperatur sedang dengan dominasi air pada relief tinggi dan berhubungan dengan sistem vulkanik.

**Kata kunci :** Geokimia, Mapos, *Outflow*, Sistem Panas Bumi.

**ABSTRACT**

*Research activities in Mapos geothermal area are conducted to determine geochemical characteristics of geothermal in that area. Methodology in this research includes of observation and taking samples in the field, laboratory analysis and interpretation of data. The object in this research consists of geothermal manifestation at surface, water geochemistry, alteration rock and stable isotope composition. The research results indicate that there are seven hot springs, which can be classified into chloride, chloride – bicarbonate, sulphate, sulphate-bicarbonate and bicarbonate hot springs. All the hot springs in the research area are located in immature water zone with drainage pattern classified as outflow and reservoir temperature is estimated at 200°C. Based on the surface geothermal manifestations, geothermal system at Mapos is classified as medium enthalpy with water dominated system at high terrain and related with volcanic system.*

**Keywords :** Geochemistry, Mapos, *Outflow*, Geothermal System.

**PENDAHULUAN**

Keberadaan daerah prospek panas bumi di Pulau Flores terkait dengan aktivitas vulkanisme yang ada di pulau ini, salah satunya adalah kehadiran Gunung Anak Ranakah yang berada di bagian barat laut dari daerah penelitian. Sistem

panas bumi daerah Mapos ditandai dengan munculnya mata air panas di daerah Mapos, Ranamasak, Ranaroko dan Waelareng, dengan karakteristik manifestasi yang berbeda-beda (Anonim, 2013). Penelitian geologi dan geokimia yang dilakukan pada pertengahan tahun 2014 di daerah Mapos dan sekitarnya,

merupakan upaya untuk menindaklanjuti adanya manifestasi panas bumi di daerah tersebut. Tujuan penulisan makalah ini yaitu untuk mengetahui karakteristik geokimia panas bumi dalam kaitannya dengan pembentukan sistem panas bumi daerah Mapos.

Secara administratif, daerah penelitian berada di daerah Mapos dan sekitarnya, mencakup wilayah Kecamatan Borong dan Kecamatan Ranamese, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur (Gambar 1).

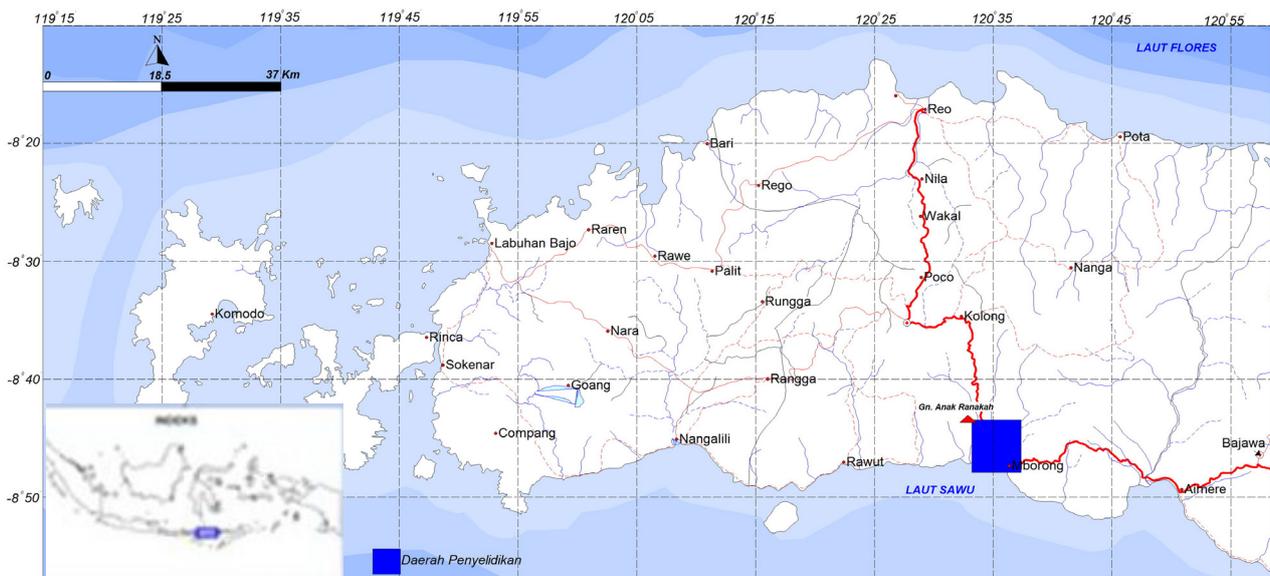
## Geologi Daerah Penelitian

Tatanan geologi Pulau Flores terletak pada bagian dalam Busur Vulkanik Banda yang didominasi oleh batuan berkomposisi mafik dan kalk alkali intermedier seperti andesit, basal dan dasit. Batuan-batuan tersebut merupakan tipe dari busur vulkanik yang berasosiasi dengan subduksi dari kerak samudera (Hamilton, 1979).

Secara umum, geologi daerah penelitian tersusun oleh batuan vulkanik Kuartar dan batuan sedimen Tersier. Keberadaan batuan sedimen Tersier sebagai batuan tertua, ditemukan dalam bentuk jendela-jendela singkapan tuf,

perselingan batupasir dan lempung serta dapat dibandingkan dengan Formasi Kiro yang berumur Miosen (Koesoemadinata, dkk., 1994).

Batuan vulkanik mendominasi penyebaran litologi daerah penelitian, terdiri dari lava, aliran piroklastik dan breksi vulkanik. Lava memiliki komposisi andesitik sampai basaltik, bertekstur pofiritik hingga afanitik dan di beberapa tempat dijumpai struktur kekar kolom dan kekar berlembar. Breksi vulkanik merupakan hasil dari aliran massa yang dihasilkan dari aktivitas vulkanisme dan tersusun oleh fragmen serta massa dasar. Fragmen batuan didominasi oleh batuan beku berkomposisi andesitik hingga basaltik, menyudut hingga menyudut tanggung, berukuran hingga mencapai 50 cm, tertanam dalam massa dasar yang berukuran pasir halus hingga kasar serta tufaan. Pola distribusi lava dan breksi vulkanik sebagian besar mengikuti morfologi kerucut gunung api, sedangkan sebaran aliran piroklastik ditemukan pada bagian utara hingga barat daya daerah penelitian yang merupakan produk erupsi dari Gunung Poco Rii dan Danau Kawah Ranamese.



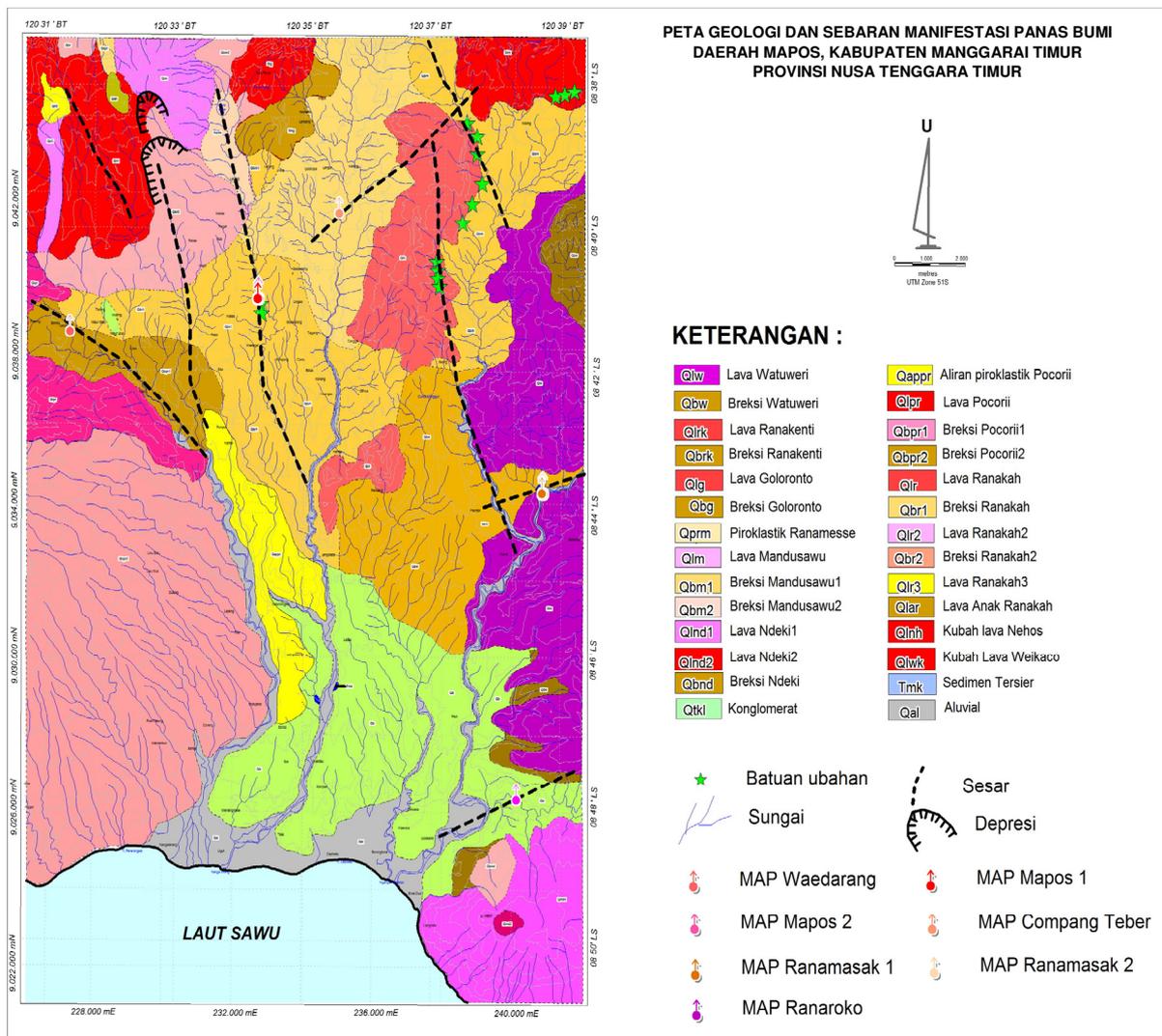
Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

Selain batuan sedimen dan vulkanik, dijumpai juga batuan ubahan yang terbentuk akibat adanya interaksi antara batuan dengan fluida hidrothermal. Batuan umumnya telah mengalami ubahan dengan intensitas rendah hingga kuat. Batuan ubahan ini ditemukan di sekitar mata air panas Mapos dan Ranamasak serta Gunung Ajang.

Aktivitas vulkanisme paling muda berupa erupsi Gunung Anak Ranakah yang terjadi pada Tahun 1987 (Katili dan Sudrajat, 1988) menghasilkan lava yang membentuk morfologi kubah lava. Sjarifudin dan Rakimin (1989)

menyebutkan bahwa lava tersebut termasuk dalam jenis andesit piroksen s.d. hornblenda. Penyebaran batuan pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Struktur geologi berupa sesar normal dan sesar geser yang berarah utara-selatan dan timurlaut-tenggara, serta ditemukan beberapa struktur depresi di sekitar tubuh kerucut gunung api, mempengaruhi kemunculan manifestasi panas bumi di daerah penelitian. Manifestasi tersebut terdiri dari mata air panas dan batuan ubahan.



Gambar 2. Peta geologi dan sebaran manifestasi panas bumi daerah penelitian ( Modifikasi dari Anonim, 2014a)

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengamatan di lapangan, pengambilan contoh, analisis laboratorium dan interpretasi data. Pengamatan yang dilakukan di lapangan meliputi pengamatan terhadap sebaran batuan ubahan dan karakteristik fisik manifestasi panas bumi seperti temperatur, pH, debit air dan daya hantar listrik. Pengambilan contoh geokimia berupa pengambilan contoh air dan batuan ubahan, untuk selanjutnya dilakukan analisis mineral ubahan dan geokimia air seperti anion, kation dan isotop di laboratorium. Metode yang digunakan terhadap 15 unsur-unsur terlarut yang meliputi anion utama  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , kation seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$  dan beberapa senyawa netral  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , F, B, secara berurutan menggunakan ion kromatografi, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan spektrometri. Untuk mengetahui kandungan isotop stabil deuterium dan Oksigen 18 digunakan *Mass Spectrometer* (MS). Mineralogi penyusun batuan ubahan dideskripsi dengan menggunakan analisis

petrografi yang didukung dengan analisis *Portable Infrared Mineral Analyzer (PIMA)*. Data hasil analisis laboratorium kemudian diinterpretasi sehingga karakteristik fluida yang terdapat di daerah panas bumi Mapos dapat diketahui secara jelas.

## HASIL ANALISIS

Kemunculan manifestasi mata air panas terbagi menjadi dua wilayah, yaitu di bagian utara dan bagian selatan daerah penelitian (Gambar 2). Empat contoh air panas diperoleh dari kelompok mata air panas di bagian utara yang meliputi mata air panas Mapos-1 dan 2, Compang Teber serta Waelareng, sedangkan tiga contoh air panas yang lain diperoleh dari kelompok mata air panas di bagian selatan yaitu di lokasi mata air panas Ranamasak-1 dan 2 serta Ranaroko. Disamping air panas, satu contoh air dingin diperoleh dari bagian selatan daerah penelitian, tepatnya di daerah Nehos. Secara lengkap karakteristik mata air panas dan dingin serta hasil analisis kimia air yang terdapat di daerah penelitian ditampilkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik manifestasi mata air panas dan air dingin di daerah penelitian

NO.	MANIFESTASI	KODE	KOORDINAT (UTM)		TEMPERATUR UDARA	TEMPERATUR AIR	DEBIT (liter/detik)	pH	DAYA HANTAR LISTRIK ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	KETERANGAN
			mT	mS	( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{C}$ )				
1	Mapos-1	APMP-1	232674	9039323	28,6	51,4	1,4	5,9	1300	Jernih, sedikit berbau belerang, terasa tawar sampai sedikit asam, terdapat gelembung gas, fosil sinter karbonat dan silika residu
2	Mapos-2	APMP-2	232680	9039324	29,2	50,1	0,4	6,1	1284	Jernih, sedikit berbau belerang, terasa tawar sampai sedikit asam, terdapat gelembung gas, fosil sinter karbonat dan silika residu
3	Ranamasak-1	APRNM-1	240836	9034332	32	46,6	0,6	6,0	16216	Jernih, tidak berbau, berasa asin dan sedikit kesat, terdapat endapan sinter karbonat dan endapan garam serta gelembung gas.
4	Ranamasak-2	APRNM-2	240845	9034331	29	43	0,4	5,9	16210	Jernih, tidak berbau, berasa asin dan sedikit kesat, terdapat endapan sinter karbonat dan endapan garam serta oksida besi
5	Ranaroko	APRNM-2	240144	9026390	27	38	0,5	6,1	6200	Jernih, tidak berbau, berasa sedikit asin sampai sedikit kesat, terdapat gelembung gas, sinter karbonat dan oksida besi
6	Compang Teber	APCT	234991	9041552	26,8	45	0,5	6,2	-	Jernih, tidak berbau, berasa sedikit asin sampai sedikit kesat, terdapat sinter karbonat (tipis) dan oksida besi
7	Waelareng	APWL	227323	9038454	29,3	34,3	0,5	6,1	964	Jernih, tidak berbau, berasa sedikit asam
8	Nehos	ADNH	235983	9034672	27,6	23,2	0,2	7,2	-	Air dari mata air dingin, jernih, tidak berbau, dan tidak berasa.

Tabel 2. Hasil analisis anion dan kation air panas dan air dingin serta hasil perhitungan geotermometer di daerah penelitian

KONSENTRASI		KODE CONTO							
		APMP -1	APMP -2	APRNM-1	APRNM-2	APR NK	APCT	APWL	ADNH
SiO <sub>2</sub>	( mg/L)	27,55	26,75	29,99	31,21	136,66	61,52	135,22	60,61
B	( mg/L)	1,27	1,49	103,97	92,07	10,79	0,57	0,66	0,09
Al <sup>3+</sup>	( mg/L)	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
Fe <sup>3+</sup>	( mg/L)	0,13	0,12	0,00	7,59	2,16	1,08	0,00	0,00
Ca <sup>2+</sup>	( mg/L)	152,50	161,00	547,10	486,10	360,90	322,10	71,80	7,67
Mg <sup>2+</sup>	( mg/L)	31,85	32,94	118,83	115,46	96,69	11,68	34,46	6,37
Na <sup>+</sup>	( mg/L)	127,60	128,70	2311,20	1995,30	466,20	117,80	66,90	5,52
K <sup>+</sup>	( mg/L)	11,15	10,58	308,41	264,64	11,52	5,97	9,32	2,86
Li <sup>+</sup>	( mg/L)	0,10	0,10	8,38	7,76	0,13	0,13	0,02	0,04
As <sup>3+</sup>	( mg/L)	0,05	0,05	0,76	1,37	0,00	0,01	0,01	0,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	( mg/L)	1,16	1,14	5,58	6,86	1,65	2,17	0,98	0,89
F <sup>-</sup>	( mg/L)	0,19	0,12	1,00	0,10	0,44	0,14	0,00	0,01
Cl <sup>-</sup>	( mg/L)	18,26	20,47	4562,40	4169,30	1050,44	8,76	2,40	1,17
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	( mg/L)	470,50	492,75	282,70	272,70	306,53	942,44	32,80	1,70
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	( mg/L)	299,70	297,98	683,17	924,20	544,72	189,56	503,11	68,63
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	( mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Meq. Cation		16,16	16,70	147,04	129,27	46,76	22,51	9,63	1,28
Meq. Anion		15,23	15,73	145,83	138,44	44,96	22,98	9,00	1,19
Ion Balance (%)		2,94	3,01	0,41	-3,42	1,96	-1,04	3,39	3,42

Geotermometer

Kuarsa (konduktf)	76	75	80	81	156	112	155	-
Na-K (Fournier,1979)	206	201	243	243	121	165	247	-

Keterangan :

APMP-1 : Air Panas Mapos-1

APMP-2 : Air Panas Mapos-2

APRNM-1 : Air Panas Ranamasak-1

APRNM-2 : Air Panas Ranamasak-2

APR NK : Air Panas Ranaroko

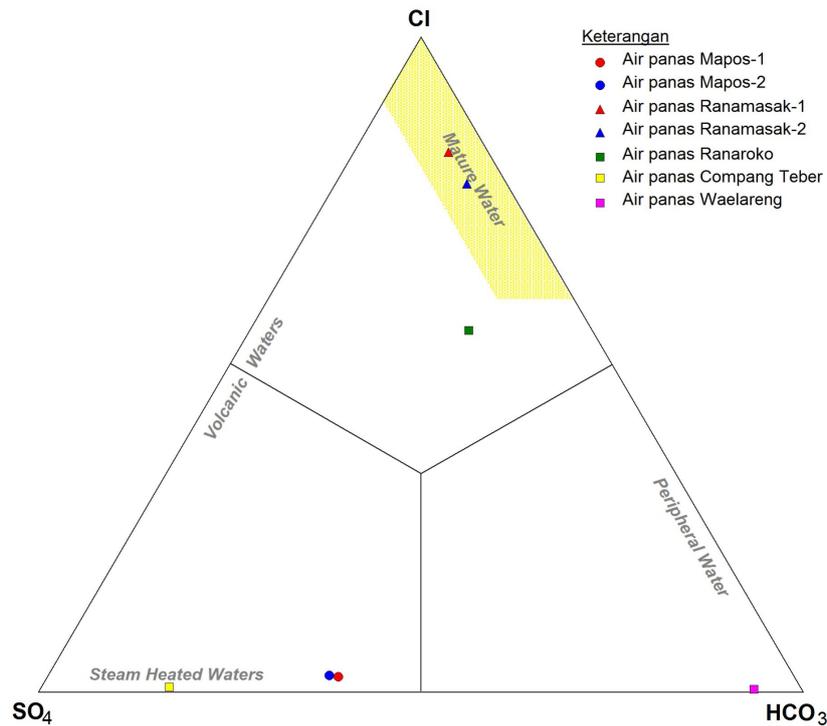
APCT : Air Panas Compangteber

APWL : Air Panas Waelareng

ADNH : Air Dingin Nehos

Hasil analisis kimia pada tabel 2 menunjukkan bahwa air panas dan air dingin di daerah penelitian mempunyai kesetimbangan ion (*ion balance*) kurang dari 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil analisis kimia tersebut layak untuk digunakan dalam interpretasi geokimia selanjutnya, terutama dalam mempelajari karakteristik sistem panas bumi di daerah Mapos. Untuk mengetahui karakteristik dan tipe air panas berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 2, dilakukan *plotting* komposisi kimia dari mata air panas pada diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub> - HCO<sub>3</sub>, Na-K-Mg dan Cl-Li-B yang mengacu pada Giggenbach (1988).

Gambar 3 menunjukkan bahwa tipe air panas Ranamasak I dan II merupakan air panas klorida, sedangkan air panas Ranaroko bertipe klorida-bikarbonat. Kedua jenis mata air panas tersebut, diduga berasal dari air formasi pada batuan sedimen laut yang merupakan batuan dasar di daerah penelitian. Hal ini didukung oleh tingginya kandungan Na dan Cl yang mengindikasikan bahwa air panas tersebut mengandung garam (NaCl), tercermin dari rasanya yang asin dan ditemukannya endapan kristal garam yang tersebar dipermukaan sekitar mata air panas.



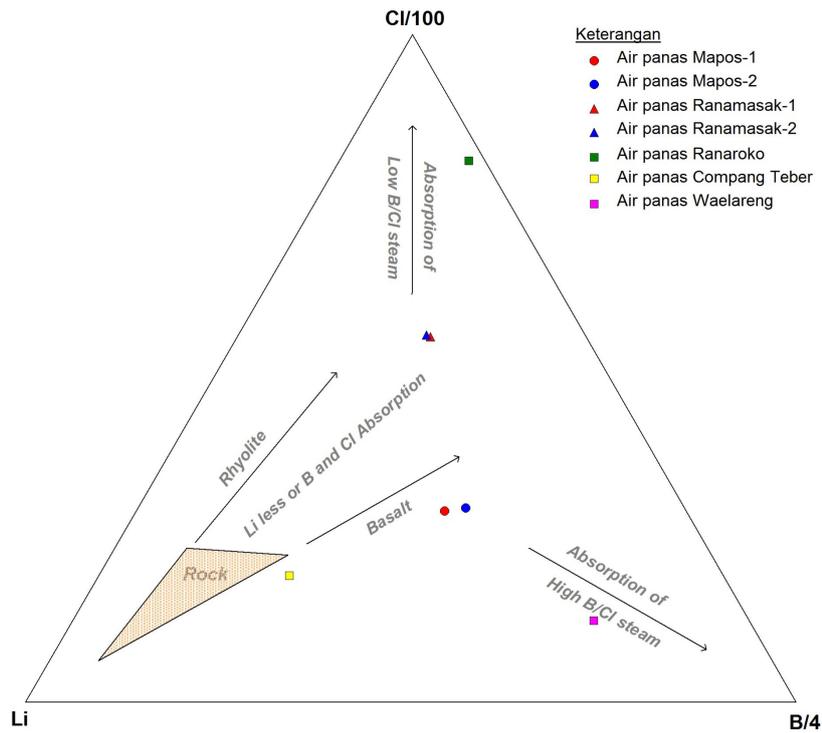
Gambar 3. Diagram Segitiga Kandungan Cl, SO<sub>4</sub> dan HCO<sub>3</sub>

Kandungan Cl pada air panas Ranaroko yang lebih rendah dari air panas Ranamasak diperkirakan sebagai akibat dari proses pengenceran fluida panas Ranaroko oleh air permukaan. Air panas Waelareng mempunyai tipe air bikarbonat. Tipe air ini terbentuk di dekat permukaan akibat kondensasi uap ke dalam air permukaan. Air panas Mapos dan air panas Compang Teber merupakan air panas sulfat yang mengalami sedikit pencampuran dengan air HCO<sub>3</sub>. Air panas tersebut merupakan hasil kondensasi uap ke dalam air permukaan dan umumnya terbentuk pada bagian paling dangkal dari sistem panas bumi.

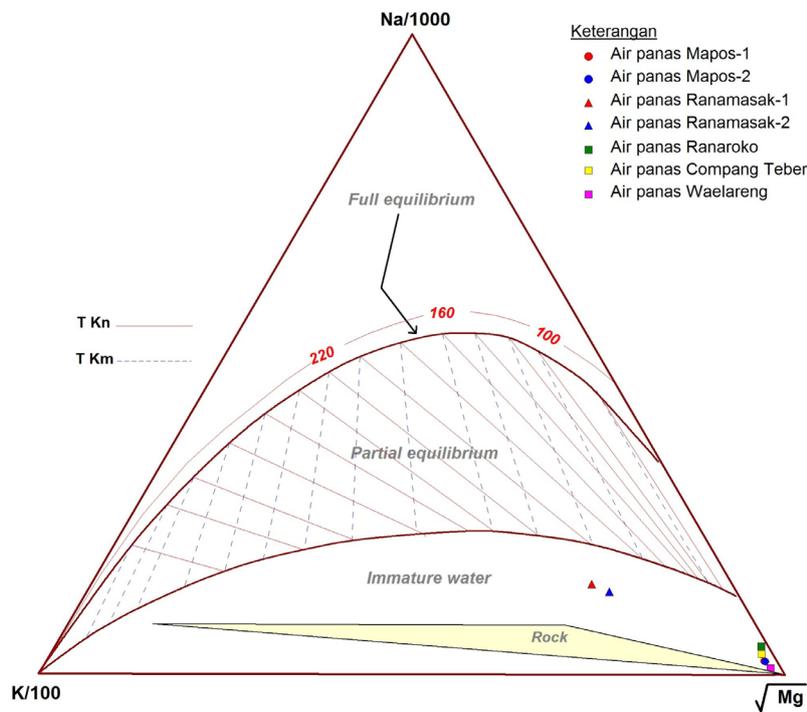
Diagram Cl-Li-B (Gambar 4), menunjukkan bahwa air panas di daerah penelitian terutama air panas Ranamasak 1 dan 2 serta air panas Ranaroko memiliki kandungan Cl relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Li dan B. Namun karena konsentrasi Cl yang sangat tinggi tersebut diduga sebagai pengaruh kandungan garam pada fluida panasnya yang berasal dari formasi batuan sedimen laut, maka konsentrasi Cl

pada kedua air panas tersebut tidak dapat merepresentasikan kehadiran gas magmatik berupa HCl. Air panas Mapos-1 dan 2 serta air panas Compang Teber diperkirakan berasal dari satu sumber fluida yang sama, terlihat pada rasio Cl/B yang menunjukkan harga relatif sama (Tabel 3). Air panas Waelareng kemungkinan terbentuk melalui proses absorpsi uap magmatik dengan rasio B/Cl yang tinggi (Tabel 3), diduga berhubungan erat dengan hadirnya batuan sedimen yang menjadi batuan dasar di daerah ini.

Kandungan Mg yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan K dan Na mengakibatkan seluruh air panas berada pada zona *immature waters* (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa air panas di daerah penelitian dipengaruhi oleh pencampuran dengan air permukaan yang cukup dominan.



Gambar 4. Diagram Segitiga Kandungan Cl, Li dan B



Gambar 5. Diagram Segitiga Kandungan K, Na, Mg

Tabel 3. Perbandingan Beberapa Zat Terlarut Dalam Contoh Air Panas

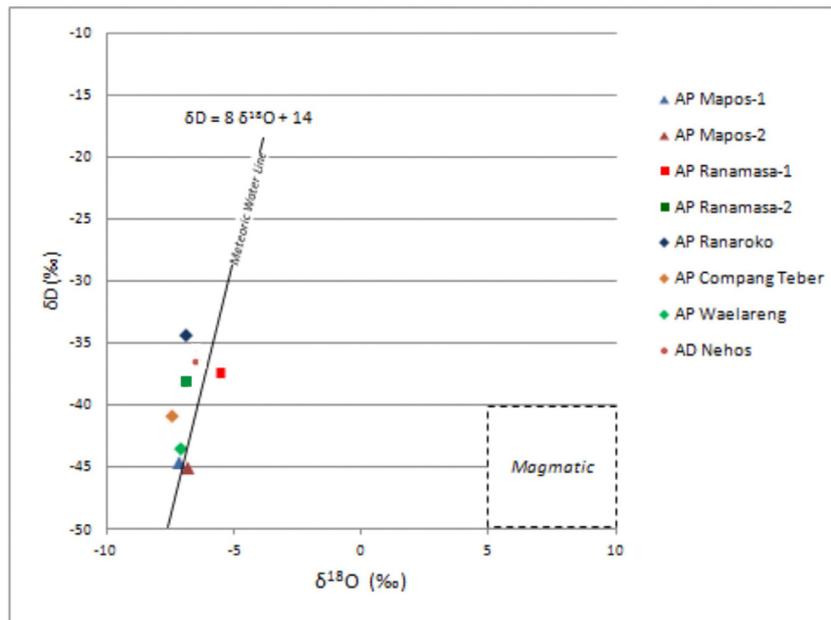
Contoh Air	Nilai Rasio								
	K/Na	Mg/Ca	Na/K	Na/Li	Li/Cl	Li/B	Cl/B	B/Cl	NH4/B
Air Panas Mapos-1	0.052	0.348	19.405	388.348	0.028	0.124	4.455	0.224	0.558
Air Panas Mapos-2	0.048	0.341	20.627	391.696	0.025	0.105	4.257	0.235	0.468
Air Panas Ranamasak-1	0.079	0.362	12.707	83.939	0.009	0.127	13.597	0.074	0.033
Air Panas Ranamasak-2	0.078	0.396	12.785	78.256	0.009	0.132	14.032	0.071	0.046
Air Panas Ranaroko	0.015	0.447	68.621	1091.438	0.001	0.019	30.166	0.033	0.093
Air Panas Compang Teber	0.030	0.060	33.459	275.786	0.075	0.358	4.762	0.210	2.327
Air Panas Waelareng	0.082	0.800	12.172	1018.043	0.042	0.048	1.127	0.888	0.907

Tabel 4 menunjukkan, bahwa air panas dan air dingin di daerah penelitian mempunyai nilai kandungan isotop deuterium berkisar -34,5 s.d. -45,10 ‰ dan nilai oksigen 18 antara -5,50 s.d. -7,44 ‰. Nilai rasio dari contoh air tersebut diplot pada grafik isotop stabil deuterium dan Oksigen 18 (Craig, 1961 dalam Nicholson, 1993) seperti pada gambar 6 yang memperlihatkan bahwa hampir seluruh air panas di daerah Mapos mendekati garis air meteorik lokal (kecuali air panas Waelareng, Mapos-1 dan 2 serta Ranamasak-1). Hal ini menunjukkan bahwa di daerah penelitian, telah terjadi pemanasan oleh uap air secara dominan

di dekat permukaan atau kemungkinan berhubungan dengan reaksi antara batuan dengan air formasi pada temperatur rendah hingga sedang (Nicholson, 1993). Air panas Mapos 1 dan 2 serta air panas Waelareng terletak pada garis air meteorik lokal, mengindikasikan bahwa air panasnya berasal dari air permukaan atau air meteorik. Air panas Ranamasak-1 berada agak menjauhi garis air meteorik lokal yang mencirikan telah terjadi pengayaan isotop oksigen-18 ( $\delta^{18}\text{O}$  shifting) dari air panas, akibat adanya reaksi antara fluida panas dengan batuan sebelum muncul ke permukaan.

Tabel 4. Data Isotop  $\delta^{18}\text{O}$  dan  $\delta\text{D}$  di Daerah Penelitian

No	MANIFESTASI	KODE CONTO	Isotop Stabil (‰)	
			$\delta^{18}\text{O}$	$\delta\text{D}$
1	Mapos-1	APMPS-1	-7.17	-44.70
2	Mapos-2	APMPS-2	-6.81	-45.10
3	Ranamasak-1	APRNM-1	-5.50	-37.50
4	Ranamasak-2	APRNM-2	-6.87	-38.20
5	Ranaroko	APRNC	-6.91	-34.50
6	Compang Teber	APCT	-7.44	-41.00
7	Waelareng	APWL	-7.10	-43.60
8	Nehos	ADNH	-6.56	-36.51



Gambar 6. Grafik isotop daerah penelitian

Untuk mengetahui temperatur bawah permukaan yang berkaitan dengan temperatur reservoir dilakukan perhitungan geotermometer. Adanya kandungan silika yang cukup signifikan dan kondisi daerah penelitian yang berhubungan dengan aktivitas gunung api, merupakan dasar pemilihan penggunaan geotermometer silika (konduktif) dan Na-K di daerah penelitian. Perhitungan temperatur reservoir dengan menggunakan geotermometer silika (konduktif) (Fournier, 1977 dalam Nicholson, 1993), melalui persamaan  $T = [1309 / (5.19 - \log SiO_2)] - 273$ , menghasilkan nilai temperatur reservoir sebesar 150°C. Hasil perhitungan geotermometer Na-K (Fournier, 1979 dalam Nicholson, 1993) dengan menggunakan formulasi  $T = 1217 / [\log(Na/K) + 1.483] - 273$ , diperoleh nilai temperatur reservoir sekitar 200°C. Berdasarkan perhitungan kedua geotermometer tersebut, diperkirakan temperatur reservoir pada sistem panas bumi Daerah Mapos berkisar 200°C.

Selain manifestasi panas bumi berupa mata air panas, di daerah ini juga ditemukan batuan ubahan yang mengindikasikan adanya aktifitas hidrotermal. Hasil analisis batuan ubahan dengan menggunakan *Portable Infrared*

*Mineral Analyzer (PIMA)* menunjukkan batuan telah mengalami ubahan hidrotermal menjadi smektit, kaolin, dikit dan pirofilit. Kehadiran mineral-mineral ubahan tersebut, dapat menunjukkan bahwa batuan ubahan berada pada lingkungan yang dipengaruhi oleh pH fluida yang bersifat asam dengan kisaran temperatur pembentukan antara 100 s.d. 250°C, sehingga dapat dikelompokkan ke dalam tipe ubahan argilik s.d. argilik lanjut.

## PEMBAHASAN

Goff dan Janik, 2000 menyebutkan bahwa terdapat tiga komponen penting dalam pembentukan panas bumi, yaitu sumber panas, reservoir dan fluida. Sumber panas yang terdapat di daerah penelitian, diduga berasal dari sisa panas tubuh-tubuh kerucut vulkanik muda Gunung Anak Ranakah. Hal ini didukung oleh kehadiran kandungan F dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> yang cukup signifikan mengindikasikan adanya pengaruh gas-gas vulkanik seperti HF dan H<sub>2</sub>S yang terdapat di bawah permukaan.

Hasil analisis data *Audio Magnettotellurik (AMT)* (Anonim, 2014b) menyebutkan bahwa zona reservoir diperkirakan terdeteksi mulai kedalaman >1000 meter, dengan litologi penyusun

diduga berupa batuan sedimen yang bersifat permeabel, baik permeabilitas primer berupa ruang antar butir yang saling berhubungan atau permeabilitas sekunder yang terbentuk akibat rekahan-rekahan. Tidak ditemukannya manifestasi panas bumi seperti fumarol dan zona reservoir yang terdeteksi lebih dari 1000 m dengan temperatur  $200^{\circ}\text{C}$ , mengindikasikan bahwa daerah panas bumi Mapos memiliki reservoir jenis satu fasa yaitu fasa air.

Kehadiran batuan ubahan berupa mineral lempung memungkinkan adanya lapisan penudung dalam sistem panas bumi daerah Mapos. Hal ini didukung oleh hasil analisis data AMT (Anonim, 2014b) yang menunjukkan nilai tahanan jenis rendah ( $<20 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$ ) terletak di bagian barat laut dan diperkirakan sebagai batuan penudung sekaligus merupakan batas terluar dari sistem panas bumi di daerah ini.

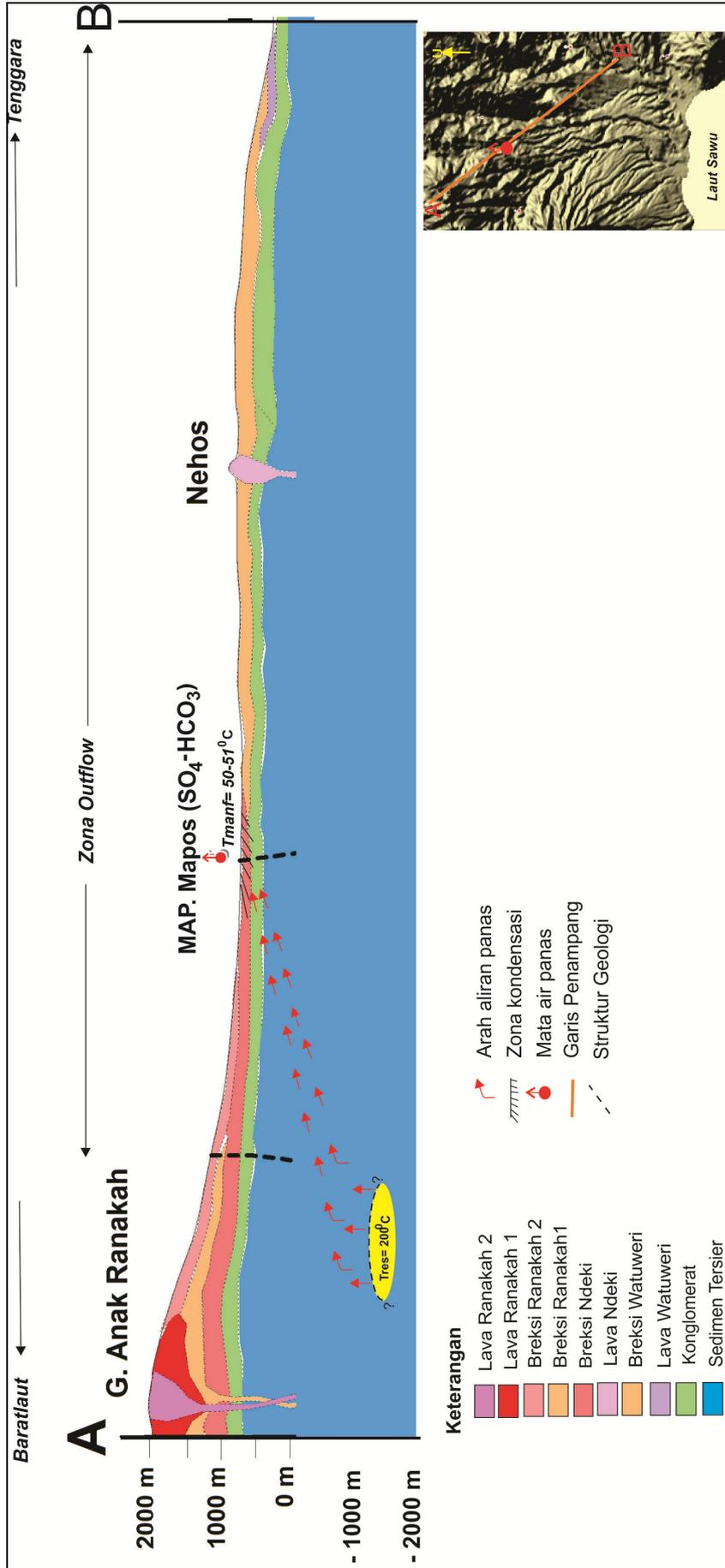
Daerah panas bumi Mapos berada pada topografi tinggian yang kemungkinan berasosiasi dengan sistem panas bumi berrelief tinggi (*high terrain*). Jika dilihat dari beberapa indikator perbandingan zat-zat terlarut dalam air panas (Nicholson, 1993), seperti dari rasio perbandingan antara Na/K dan Na/Li yang tinggi serta Na/Ca yang rendah (Tabel 3), menunjukkan bahwa air panas Mapos, Compang Teber, Ranaroko, dan air panas Waelareng merupakan manifestasi panas bumi yang muncul di permukaan secara tidak langsung dari reservoir panas bumi, yang telah mengalami perjalanan panjang secara lateral (*outflow*). Hasil interpretasi geokimia panas bumi menunjukkan bahwa sistem panas bumi daerah Mapos merupakan sistem panas bumi bertemperatur sedang dengan dominasi air pada relief tinggi dan berhubungan dengan sistem vulkanik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

## KESIMPULAN

Terdapat tujuh lokasi air panas di daerah penelitian yang terdiri dari tipe air panas klorida, klorida-bikarbonat, sulfat, sulfat-bikarbonat dan bikarbonat. Seluruh air panas di daerah penelitian berada pada zona *immature waters* dengan jenis pola aliran air panas berupa *outflow*. Pendugaan temperatur reservoir melalui perhitungan geotermometer diperkirakan sekitar  $200^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan manifestasi panas bumi di permukaan, sistem panas bumi daerah Mapos merupakan sistem panas bumi entalpi sedang dengan jenis *water dominated system* dan berada pada relief tinggi (*high terrain*) serta berhubungan dengan aktivitas vulkanik Gunung Anak Ranakah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada rekan-rekan Kelompok Penyelidikan Panas Bumi dan Kelompok Penyelidikan Bawah Permukaan yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi, tim editor yang telah memberikan koreksi dan saran dalam penyusunan makalah ini serta dewan redaksi atas kesempatan yang telah diberikan sehingga makalah ini dapat diterbitkan.



Gambar 7. Model aliran fluida panas bumi daerah Mapos (Modifikasi dari Anonim, 2014a)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013. Survei Pendahuluan Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi, Bandung.
- Anonim, 2014a. Survei Terpadu Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Mapos, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi, Bandung.
- Anonim, 2014b. Survei Gaya Berat dan AMT Daerah Panas Bumi Mapos dan Ranamasak, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi, Bandung.
- Giggenbach, W.F., 1988. Geothermal Solute Equilibria. Derivation of Na-Mg-Ca Geindicator. *Geochemica Acta*, 52.
- Goff, F dan Janik, C.J., 2000. Geothermal System. In *Encyclopedia of Vulcanoos*, H. Sigurdsson, B.F.Houghton, S.R.McNutt, H.Rymer dan J.Stick (eds) . Academic Press.
- Hamilton, W.B., 1989. *Tectonics of Indonesian Region*, USGS Profesional Paper 1078.
- Katili, J.A dan Sudrajat, A., 1987. Lahirnya Bayi Gunung Api di Kompleks Vulkanik Tua Mandosawu – Ranakah – Flores. *Direktorat Vulkanologi*, 16 hal.
- Koesoemadinata, S., Noya, Y., dan Kadarusman, D., 1994. *Peta Geologi Lembar Ruteng*. Nusa Tenggara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nicholson, K., 1993, *Geothermal Fluid Chemistry and Exploration Techniques*. Springer-Verlag, Berlin, 263 hal.
- Syarifudin, M.Z. dan Rakimin, 1989, *Petrokimia batuan kompleks Gunung Mandosawu (Letusan Anak Ranakah 28-12-1987 s.d. 19-1-1988)*, Flores, Nusa Tenggara Timur, *Direktorat Vulkanologi*, 34 hal.

**POTENSI GAS METANA BATUBARA PADA FORMASI WARUKIN  
DI DAERAH BATUSOPANG, KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**  
*COAL BED METHANE POTENCY IN WARUKIN FORMATION  
AT BATUSOPANG AREA, PASER REGENCY, EAST KALIMANTAN PROVINCE*

**Dede I. Suhada dan Sigit A. Wibisono**

Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta 444, Bandung  
dedeibnu@gmail.com

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

**ABSTRAK**

Penelitian potensi gas metana batubara dilakukan pada Formasi Warukin di Cekungan Pasir, Kalimantan Timur tepatnya di daerah Batusopang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi gas metana batubara dengan menggunakan metode pengukuran *slow desorption*. Berdasarkan hasil pemboran di daerah penelitian ditemukan 12 lapisan (*seam*) batubara dengan ketebalan berkisar antara 0,35 s.d. 2,20 m pada kedalaman terletak antara 8,35 s.d. 389,30 m. Pengukuran kandungan gas di daerah penelitian hanya dilakukan pada 6 lapisan (*seam*) batubara yang ditemukan di kedalaman 235,05 s.d. 389,30 m dikarenakan pada kedalaman tersebut diperkirakan kandungan gas metana batubara memiliki potensi yang cukup baik. Ketebalan batubara yang dilakukan pengukuran kandungan gasnya berkisar antara 0,38 s.d. 2,20 m dengan notifikasi lapisan (*seam*) batubara dari bawah ke atas yaitu C, E, F, H, I dan J. Hasil pengukuran kandungan gas metana batubara di daerah penelitian bervariasi antara 5,07 s.d. 102,75 *standard cubic feet/ton* atau 0,14 s.d. 3,19 m<sup>3</sup>/ton dengan nilai kalori berkisar antara 2,357 s.d. 6,840 kalori/gr.

**Kata kunci** : Gas metana batubara, Kandungan Gas, Cekungan Pasir, Kalimantan Timur.

**ABSTRACT**

*A coal bed methane research was performed in Warukin Formation at Pasir Basin, East Kalimantan, located precisely in Batusopang area. This study was conducted to determine the potential of coal bed methane using slow desorption method. Based on drilling results in the research area, it was found 12 coal seams with thickness from 0.35 - 2.20 m and depth between 8.35 - 389.30 m. Measurement of the gas content of the study area is only performed on 6 coal seams found on 235.75 - 389.30 m depth, due to the methane gas content of coal is expected to have good potential. The thickness of methane gas content measurements ranged from 0.38 - 2.20 m with notification coal seam is C, E, F, H, I and J. The results of the measurement of the gas content of coal bed methane on research area varied between 5.07 – 12.75 scf/tons or 0.14 to 3.19 m<sup>3</sup>/tons with calorific value between 2,357 – 6,840 cal/g.*

**Keyword** : Coalbed methane (CBM), gas content, Pasir Basin, East Kalimantan.

**PENDAHULUAN**

Gas metana batubara atau yang dikenal dengan istilah *Coalbed Methane* (CBM) adalah gas alami yang dapat diambil dari lapisan batubara pada kedalaman 300 sampai 1000 meter. CBM

merupakan campuran dari beberapa gas tetapi yang utama adalah metana dengan komposisi 95 s.d. 97% metana murni. Ditemukan dalam pori-pori dan rekahan batubara yang tertahan oleh air formasi (Anonim, 2014).

Berdasarkan data dari Badan Geologi, sumber daya batubara bawah permukaan pada kedalaman lebih dari 100 meter, di Kalimantan Timur sebesar 12,34 Milyar Ton (Anonim, 2013).

CBM dapat digunakan sebagai salah satu sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi nasional dalam menunjang pertumbuhan ekonomi nasional.

Data mengenai CBM di Cekungan Pasir masih kurang. Hasil evaluasi dari Steven dan Sani (2001) menyebutkan bahwa Cekungan Pasir dan Cekungan Asam-Asam mempunyai sumberdaya CBM sebesar 3,0 TCF. Data tersebut masih berupa asumsi dan perlu dibuktikan dengan penelitian lapangan.

Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi volume gas metana batubara meliputi karakteristik batubara, jenis gas, volume gas metana batubara, dan pengaruh posisi lapisan batubara.

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis proksimat, nilai kalori, analisis komposisi gas, dan analisis kandungan gas. Analisis kalori dilakukan untuk mengetahui kualitas dari batubara sedangkan analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui kelembaban, kandungan zat terbang (*volatile matter*), kandungan karbon tertambat (*fixed carbon*), kandungan abu (*ash content*) dan sulfur total.

Analisis komposisi gas untuk mengetahui jenis gas di dalam batubara dengan menggunakan alat yang dinamakan *gas chromatography*. Pengukuran kandungan gas metana batubara di daerah penelitian menggunakan metode *slow desorption* dengan contoh batubara diukur kandungan gasnya pada interval waktu yang telah ditentukan.



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian

Jumlah kandungan gas total pada conto batubara dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Australian Standard, 1999) :

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

keterangan ;

$Q_T$  : Jumlah Total Kandungan Gas (cc)

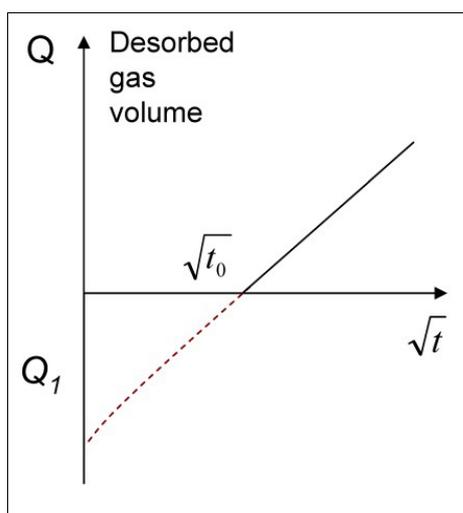
$Q_1$  : Kandungan Gas yang Hilang (*Lost Gas*) (cc)

$Q_2$  : Kandungan Gas yang Diukur dalam Tabung *Canister* (cc)

$Q_3$  : Kandungan Gas Sisa (Saat *Crusher*) (cc)

Kandungan gas total ( $Q_T$ ) merupakan penjumlahan dari kandungan gas yang hilang, kandungan gas yang diukur dan kandungan gas sisa pada saat conto batubara dihancurkan atau digerus.

Kandungan gas yang hilang ( $Q_1$ ) merupakan gas yang hilang pada saat conto batubara mulai dilakukan *coring* pengeboran hingga tabung *canister* ditutup. Sebelum dilakukan pengukuran, tabung *canister* di *flush* terlebih dahulu dengan menggunakan gas helium dimana fungsinya untuk menghilangkan gas pengotor yang ikut masuk pada saat conto batubara mulai dimasukkan ke dalam tabung *canister*. Jumlah gas yang hilang didapatkan dari hasil analisis *regresi linier* dari jumlah kandungan gas yang diukur dalam tabung *canister* (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi penentuan  $Q_1$  (Saghafi, 2009)

Berdasarkan ilustrasi diatas, maka penentuan nilai  $Q_1$  didasarkan pada pengukuran jumlah kandungan gas dengan akar jumlah kumulatif waktu pengukuran (Saghafi, 2009).

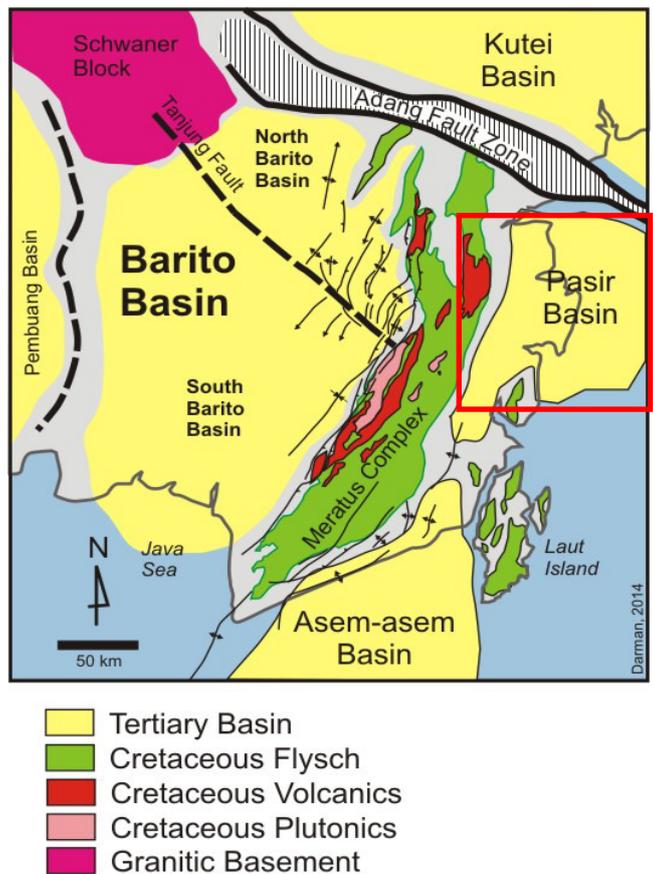
Kandungan gas yang diukur ( $Q_2$ ) merupakan jumlah gas yang diukur selama periode waktu tertentu. Selama proses pengukuran suhu dan tekanan lingkungan dicatat, fungsi dari pencatatan ini adalah untuk mengoreksi suhu dan tekanan atmosfer yaitu pada suhu  $25^{\circ}$  dan 1 atm. Selama proses pengukuran kandungan gas dilakukan juga pengukuran komposisi gas dengan menggunakan *gas chromatography*.

Kandungan gas sisa merupakan jumlah kandungan gas dari conto batubara setelah conto batubara tersebut selesai dilakukan pengukuran  $Q_2$ . Conto batubara yang telah selesai diukur kemudian digerus. Tidak semua conto batubara dalam tabung *canister* digerus, sisa batubara dalam tabung *canister* digunakan untuk analisis batubara lainnya seperti analisis proksimat, petrografi dan *adsorption isotherm*.

## GEOLOGI REGIONAL

Secara regional daerah penelitian termasuk kedalam Cekungan Pasir di sebelah barat dibatasi oleh Komplek Meratus, di utara Cekungan Kutai dan di selatan dengan Cekungan Asem-asem (Gambar 3).

Stratigrafi regional daerah penelitian terdiri dari Batuan alas berumur Jura-Kapur terdiri dari kompleks ultramafik, perselingan batupasir, greswacke, batulempung dan konglomerat dari Formasi Pitap dan produk vulkanik terdiri dari lava, breksi dan tuf dari Formasi Haruyan.



Gambar 3. Cekungan Paser dan batas-batasnya (Darman, 2014)

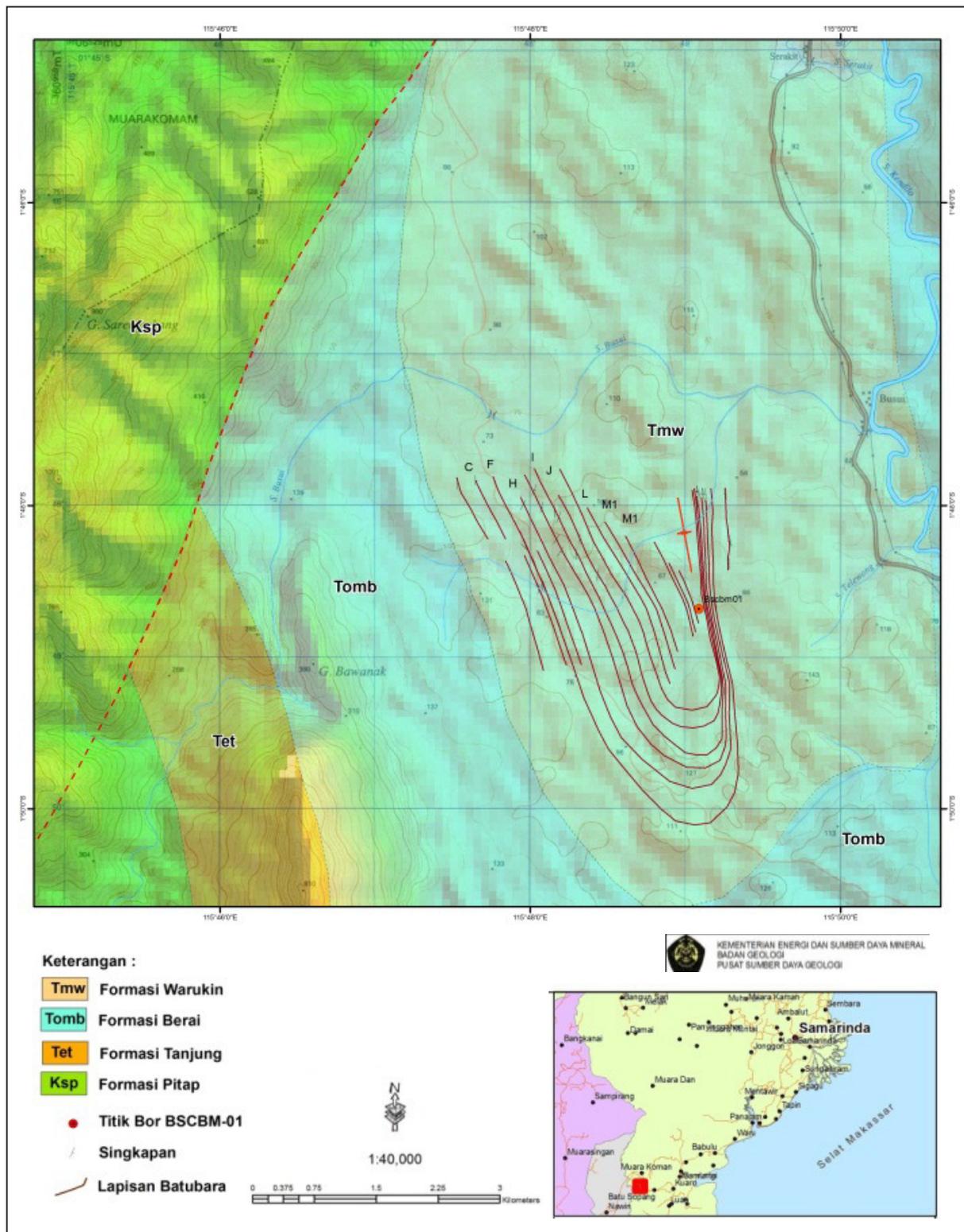
Formasi pembawa batubara daerah Paser terdiri dari Formasi Tanjung dan Formasi Warukin. Menurut Hidayat dan Umar (1994) dalam Peta Geologi lembar Balikpapan, Kalimantan, Formasi Warukin terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batubara. Formasi ini berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir yang diendapkan pada lingkungan delta dengan ketebalan mencapai 500 m. Formasi Warukin menindih selaras Formasi Berai yang terdiri dari batugamping, napal dan serpih berumur Oligosen sampai Miosen Awal (Gambar 4) dengan kolom stratigrafi disajikan pada Gambar 5.

Struktur geologi regional daerah penelitian menurut peta geologi regional pada batuan yang berumur pra-Tersier sampai Tersier Akhir mengalami proses tektonik sehingga terbentuk antiklin,

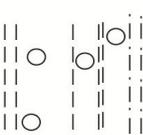
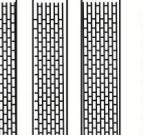
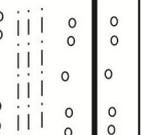
sinklin, dan sesar. Arah perlipatan dan sesar umumnya utara-selatan sampai timurlaut-baratdaya (Hidayat dan Umar, 1994).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengukuran kandungan gas pada conto batubara didaerah penelitian dilakukan terhadap enam lapisan batubara dari bawah ke atas yaitu lapisan C, E, F, H, I dan J (Gambar 4). Terdapat total delapan tabung *canister* yang berisi conto batubara. Kedalaman batubara yang diukur kandungan gasnya berkisar antara 235,75 m s.d. 389,30 m dengan ketebalan batubara berkisar antara 0,38 m s.d. 2,20 m (Tabel 1).



Gambar 4. Peta Geologi dan sebaran batubara Daerah Batusopang (modifikasi dari Peta Geologi lembar Balikpapan, Kalimantan, 1994)

UMUR	TEBAL (M)	FORMASI	SIMBOL LITHOLOGI	DESKRIPSI
KUARTER	10-15	ALUVIUM		Lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal, setempat bongkah
MIOSEN	BERAI		Formasi Beraí : dibentuk oleh batugamping bioklastik dan batugampingkristalin, bersisipan napal berwarna kelabu muda, diendapkan dalam lingkungan laut dangkal	
				OLIGOSEN
EUSEN	500	PITAP		
				PRA-TERSIER

Gambar 5. Stratigrafi umum Sub-cekungan Pasir terdiri dari batuan berumur Pra-Tersier sampai Kuarter (modifikasi dari Peta Geologi lembar Balikpapan, Kalimantan, 1994)

Tabel 1. Hasil perhitungan kandungan gas total dan volume setiap conto batubara

Seam	Kedalaman (meter)	Tebal (m)	Volume Gas Total (cc)			Gas Total (cc)	Volume Gas Total (scf/ton)	Fraksi Gas Metana (%)	Volume Gas Metana (scf/ton)	Nilai Kalori (kal/gr)	Kandungan Abu (%)
			Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>						
J	235.05-236.10	1,05	210,91	1383,5	0	1594,41	44,93	89,32	40,13	5967	14,01
I	283.62-284.0	0,38	210,94	410,5	0	621,44	23,08	21,97	5,07	5369	20,44
H	308.5-309.25	0,75	206,25	491	0	697,25	18,8	76,16	14,32	2357	60,89
F	328.4-330.60	2,2	478,5	1996,5	0	2475	91,52	92,15	84,34	6840	4,63
E	341.8-342.45	0,65	341,29	1881	0	2222,29	63,09	90,98	57,4	4698	32,4
C	388.5-389.30	0,8	416,15	2262,75	0	2678,9	108,93	94,33	102,75	6316	11,85

Hasil pengukuran komposisi gas mendapatkan unsur H<sub>2</sub>, N, CH<sub>4</sub>, CO dan CO<sub>2</sub>. Berikut adalah tabel rata-rata hasil pengukuran komposisi gas pada conto batubara (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata komposisi gas

<b>KOMPOSISI KIMIA (%MOL)</b>				
H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
0.42	21.64	77.48	0.01	0.45

Sedangkan hasil pengukuran kandungan gas metana dengan metode *slow desorption* di sajikan pada Tabel 1.

Secara umum pada Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran kandungan gas pada conto batubara di setiap kedalaman. Hasil pengukuran pada Tabel 1 merupakan jumlah kandungan gas keseluruhan yang ada di setiap conto batubara. Jumlah kandungan gas total tersebut masih belum dibagi dengan berat setiap conto batubara. Selain itu untuk pengukuran Q<sub>3</sub> seluruhnya berjumlah nol, hal ini diperkirakan seluruh gas yang ada di setiap conto batubara sudah habis terukur pada saat pengukuran Q<sub>2</sub>. Hasil pengukuran gas total menunjukkan conto batubara tersebut bervariasi dari yang terendah terdapat pada lapisan I sebesar 621,44 cc dan tertinggi pada lapisan C sebesar 2.678,90 cc.

Berdasarkan pengukuran kandungan gas pada Tabel 1 menunjukkan pola kecenderungan jumlah kandungan gas total yang semakin bertambah besar seiring dengan bertambahnya kedalaman lapisan batubara.

Setelah dilakukan pengukuran kandungan gas total kemudian dilakukan perhitungan kandungan gas total per berat setiap batubara. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah gas per ton batubara sehingga akan diketahui potensi gas yang terdapat dalam lapisan batubara tersebut. Hasil perhitungan gas total dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa volume gas total terendah ada di lapisan batubara H sebesar 18,80 scf/ton atau

0,53 m<sup>3</sup>/ton dan tertinggi terdapat pada lapisan batubara C sebesar 108,93 scf/ton atau 3,38 m<sup>3</sup>/ton. Sama halnya dengan pengukuran kandungan gas yang memperlihatkan kecenderungan jumlah volume gas semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman kedudukan lapisan batubara. Namun ada hal yang sedikit berbeda, apabila di Tabel 1 nilai pengukuran terendah ada di lapisan batubara I sedangkan hasil perhitungan volume gas total terendah ada pada lapisan batubara H. Hal ini lebih disebabkan adanya pengaruh berat batubara yang menjadi pembagi dengan hasil pengukuran kandungan gas di lapisan tersebut.

Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan volume gas total batubara setiap lapisan batubara kemudian dilakukan pengukuran fraksi gas untuk mengetahui prosentase gas metana yang terkandung dalam batubara dengan menggunakan alat *gas chromatography*. Hasil pengukuran prosentase dan perhitungan volume gas metana batubara dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil perhitungan volume gas metana pada setiap conto lapisan batubara pada Tabel 1 memperlihatkan nilai bervariasi dimana fraksi gas metana terendah ada di lapisan batubara I sebesar 21,97% dan tertinggi di lapisan batubara C sebesar 94,33%. Sama halnya dengan pengukuran dan perhitungan volume gas, hasil pengukuran fraksi gas metana memperlihatkan kecenderungan fraksi gas metana semakin besar seiring dengan bertambahnya kedalaman kedudukan lapisan batubara.

Hasil perhitungan volume gas metana batubara menunjukkan lapisan batubara I memiliki nilai terendah dengan jumlah volume sebesar 5,07 scf/ton atau 0,14 m<sup>3</sup>/ton sedangkan untuk lapisan batubara C memiliki volume gas tertinggi sebesar 102,75 scf/ton atau 3,19 m<sup>3</sup>/ton.

Selain hasil pengukuran dan perhitungan jumlah volume gas total yang terdapat pada setiap lapisan batubara maka untuk mendukung kedua hasil tersebut dalam kegiatan penelitian ini juga dilakukan analisis kalori dan proksimat.

Tabel 3 memperlihatkan hasil analisis proksimat batubara setiap conto lapisan batubara yang dilakukan pengukuran kandungan gas. Berdasarkan hasil analisis proksimat batubara diketahui bahwa nilai kalori batubara bervariasi dari nilai terendah yang ada pada lapisan H sebesar 2.357 kal/gr dan tertinggi di lapisan F sebesar 6.840 kal/gr.

Apabila dibandingkan jumlah volume gas metana dengan kualitas batubara yang diwakili oleh nilai kandungan abu dan nilai kalori pada Tabel 1, memberikan gambaran bahwa nilai kandungan abu mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan gas metana.

Berdasarkan pembahasan tersebut maka secara umum tinggi rendahnya gas metana batubara di daerah penelitian dipengaruhi beberapa hal diantaranya; kedudukan perlapisan batubara, semakin dalam memiliki kecenderungan semakin tinggi, dan kualitas batubara dalam hal ini diwakili oleh parameter nilai kandungan abu. Kandungan gas metana yang tinggi didapatkan pada batubara yang memiliki nilai kandungan abu yang rendah.

**KESIMPULAN**

Dari pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a) Karakteristik batubara Daerah Batusopang kalori berkisar dari 2.357 kal/gr s.d 6.840 kal/gr, kelembaban antara 2,96 % s.d 6,10 %, zat terbang antara 19,77 % s.d 44,50 %, Karbon tetap antara 16,38 % s.d 45,92 %, kandungan abu antara 4,63 % s.d. 60,89 %, sulfur total antara 0,64 % s.d. 5,43 %.
- b) Jenis gas yang didapatkan adalah unsur H<sub>2</sub> sebesar 0,42 %, N<sub>2</sub> sebesar 21,64 %, CH<sub>4</sub> sebesar 77,48 %, CO sebesar 0,01 % dan CO<sub>2</sub> sebesar 0,45 %.
- c) Volume gas metana batubara terendah ada di lapisan batubara I sebesar 5,07 scf/ton atau 0,14 m<sup>3</sup>/ton. Sedangkan volume gas metana tertinggi terdapat pada lapisan batubara C sebesar 102,75 scf/ton atau 3,19 m<sup>3</sup>/ton.
- d) Volume gas metana batubara di daerah penelitian memiliki kecenderungan semakin bertambah nilainya seiring dengan bertambahnya kedalaman kedudukan lapisan batubara.

Tabel 3. Hasil analisis proksimat setiap conto lapisan batubara

SEAM BATUBARA	Parameter Analisis					
	M (%) adb	VM (%) adb	FC (%) adb	Ash (%) adb	TS (%) adb	CV (Cal/gr) adb
J	5,13	40,49	40,37	14,01	3,76	5967
I	6,10	31,95	41,51	20,44	0,64	5369
H	2,96	19,77	16,38	60,89	4,37	2357
F	4,95	44,50	45,92	4,63	2,86	6840
E	3,73	31,50	32,37	32,40	5,43	4698
C	5,16	39,55	43,44	11,85	2,27	6316

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi dan Koordinator Kelompok Penyelidikan Energi Fosil yang telah memberikan kesempatan kepada penulis

untuk memimpin kegiatan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada kawan-kawan di subbidang laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi yang telah membantu melakukan analisis dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Laporan Neraca Sumber Daya Geologi*. Pusat Sumber Daya Geologi Bandung.
- Anonim, 2014. What is coal seam gas?. <http://www.csiro.au/Outcomes/Energy/Energy-from-oil-and-gas/UnconventionalGas/Learn-more/What-is-coal-seam-gas.aspx>. Diakses 25 Oktober 2014.
- Australian Standard. 1999. Guide to the determination of gas content of coal – Direct desorption method. AS 3980-1999. Standards Association of Australia.
- Darman. 2014. [http://en.wikibooks.org/wiki/The\\_Geology\\_of\\_Indonesia/Kalimantan](http://en.wikibooks.org/wiki/The_Geology_of_Indonesia/Kalimantan). Diakses 25 Oktober 2014.
- Hidayat, S., Umar, L. 1994. *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan*. P3G. Bandung
- Saghafi, A. 2009. *Gas Content of Coal : Definition, Measurement Techniques and Accuracy Issue*, CSIRO Energy Technology. Australia.
- Steven, S.H. dan Sani, K. 2001. Coalbed Methane Potential of Indonesia: Preliminary Evaluation of a New Natural Gas Source. *Proceeding, Indonesian Petroleum Association*. Jakarta. Vol. 1-727 – 738.

**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

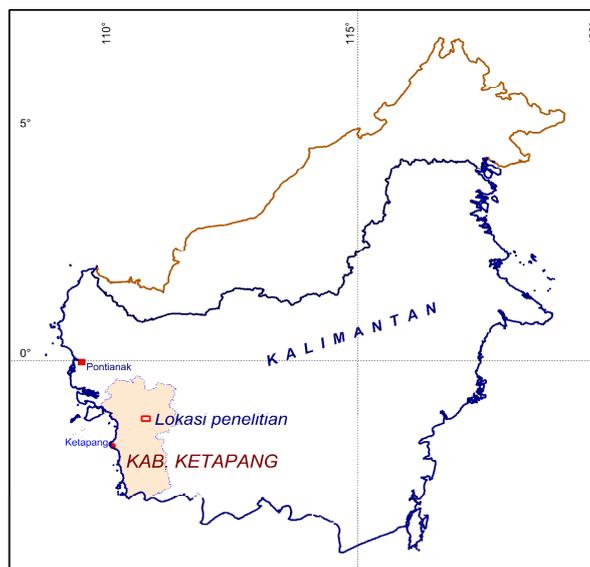
nama Granit Sukadana (Hartono, 2012). Batuan granitik tersebut telah mengalami proses lateritisasi yang cukup kuat sehingga terbentuk endapan bauksit seperti yang ditemukan di daerah Sandai, Kalimantan Barat. Pada daerah ini Pusat Sumber Daya Geologi (Anonim, 2012) melakukan penelitian mineral bauksit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

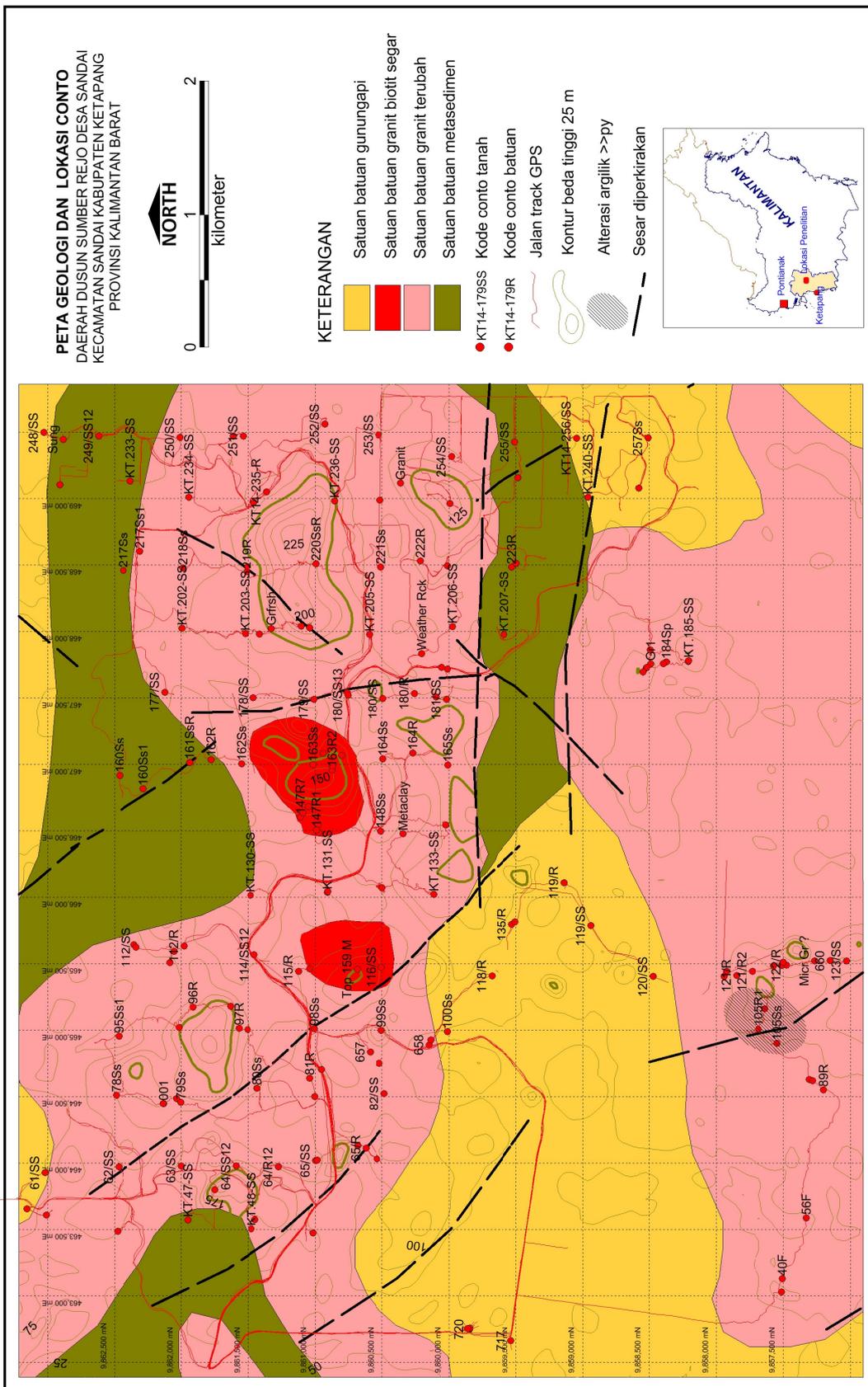
Satuan batuan granitik setempat berubah dan tersingkap dekat dengan satuan batuan metasedimen bagian bawah. Batuan granit ini mengalami ubahan dengan kehadiran mineral lempung disertai pirit halus tersebar (Gambar 4). Satuan ini dapat dibandingkan dengan Granit Sukadana yang berumur Kapur Atas sebagai 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

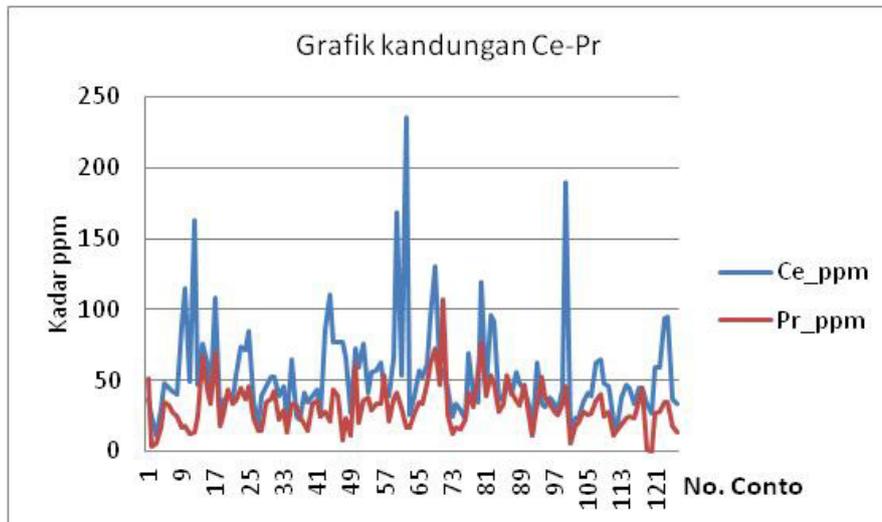
Deskripsi	Ce_ppm	Gd_ppm	La_ppm	Nd_ppm	Pr_ppm
Mean	53,944	7,071	12,587	10,000	31,262
Standard Error	3,050	0,485	0,883	0,762	1,442
Median	44,5	7	12	9	29,5
Mode	39	7	0	0	28
Standard Deviation	34,240	5,441	9,909	8,553	16,183
Sample Variance	1172,389	29,603	98,180	73,152	261,875
Kurtosis	8,294	5,343	1,996	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*

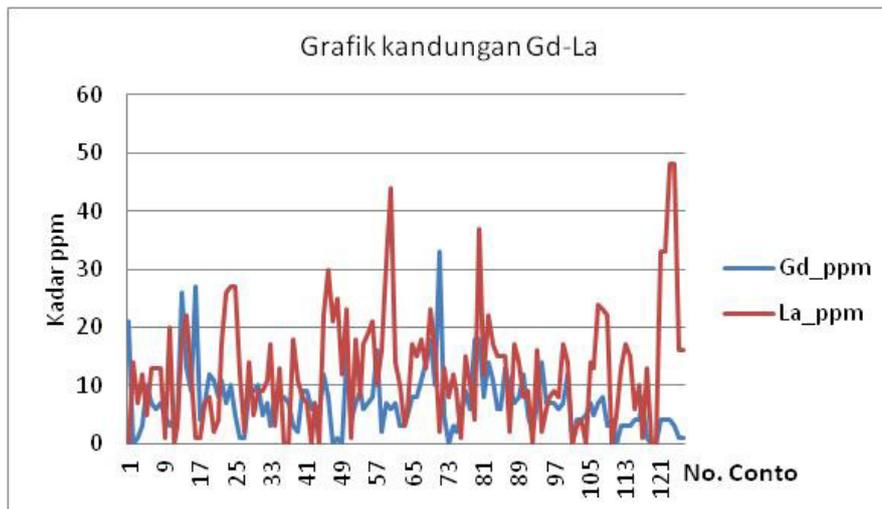
NO	KODE CONTO	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	Molar Ratio
1	KT 14-147 R1	68,13	15,63	2,50	2,39	1,86	2,43	4,79	1,6
2	KT 14-147 R2	68,43	15,59	2,43	2,38	2,06	2,63	4,38	1,7
3	KT 14-147 R3	69,50	15,51	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

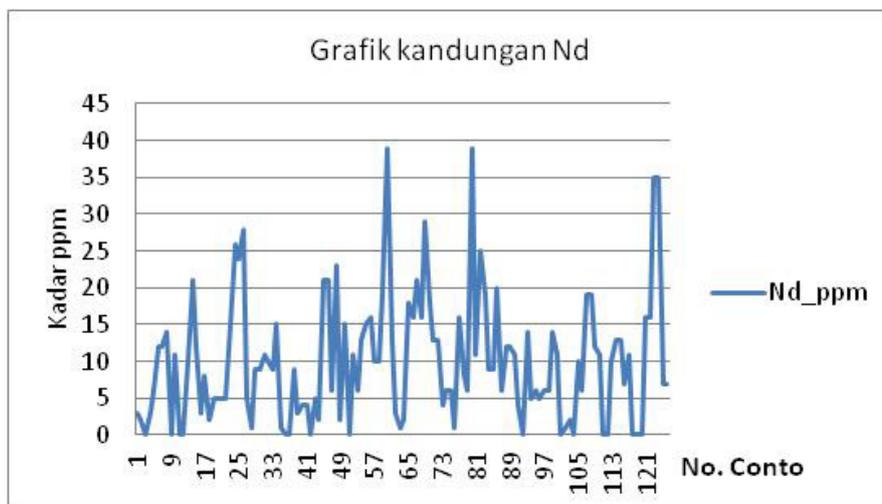
NO	CONTO	Nama Mineral
1	KT14-105R	Kuarsa, illit
2	KT14-105R1	Kuarsa, Kaolinit, piropilit
3	KT14-105R2	Kuarsa, illit
4	KT14-219R	Kuarsa, Kaolinit, illit
5	KT14-162R	Kuarsa, Kaolinit, illit, Klinoklor
6	KT 14-40F	Natroalunit
7	KT 14-56F	Kuarsa, Kaolinit, illit



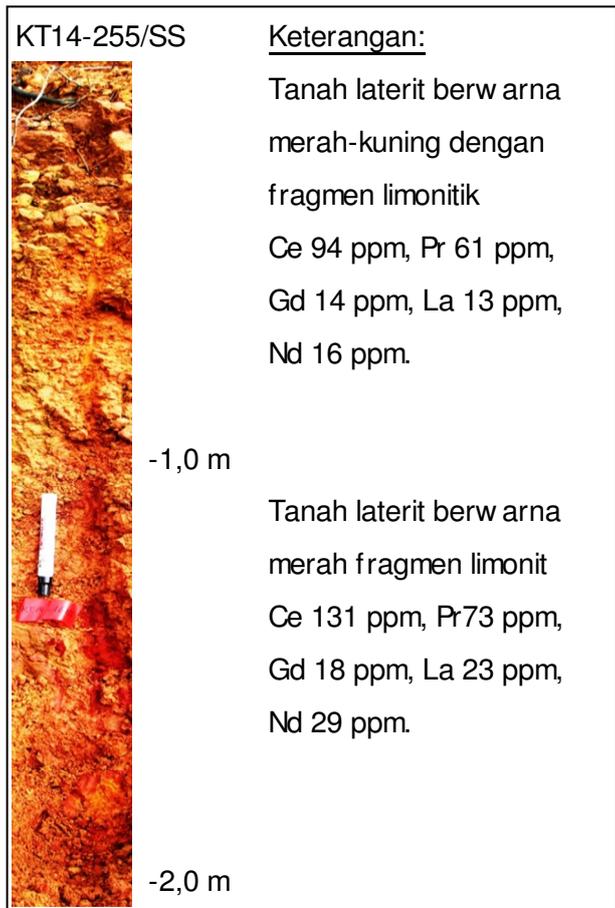
Gambar 5. Grafik hasil analisis unsur Ce dan Pr



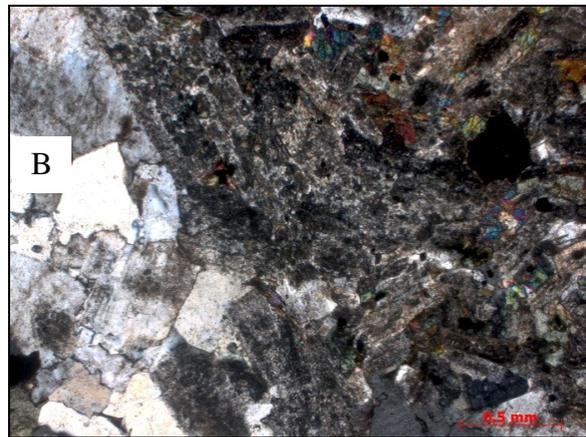
Gambar 6. Grafik hasil analisis unsur Gd dan La



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.

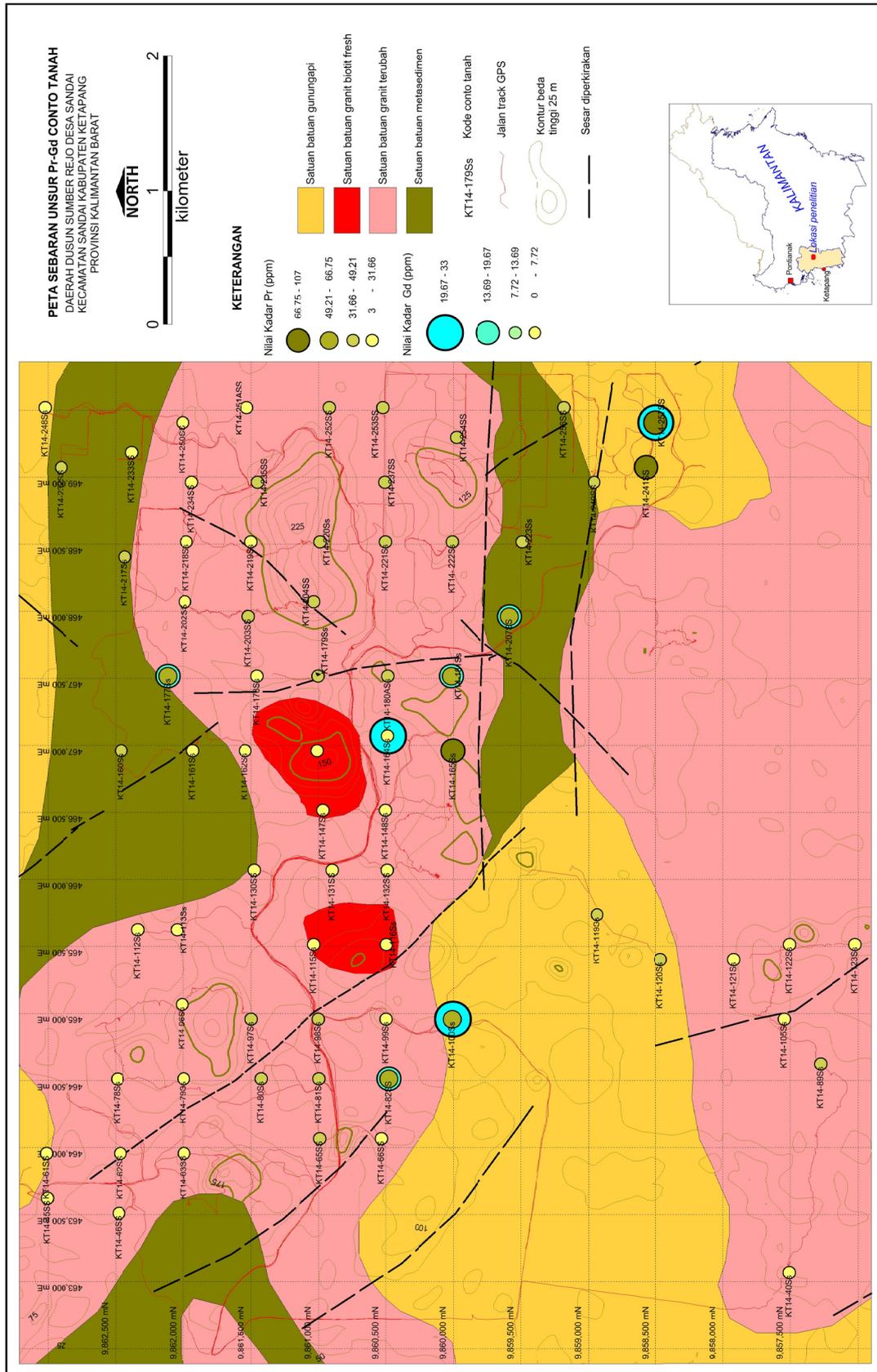
Cebakan UTJ pada residu pelapukan batuan granitoid tidak berupa mineral melainkan berupa ion. Lapukan batuan dibagi dalam beberapa zona berdasarkan kumpulan (*assemblages*) mineral lempung. Umumnya pada zona metahalosit-kaolinit unsur Ce (UTJ-ringan) *depleted*, sementara terjadi pengayaan pada unsur 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 berubah 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.
- Boulangé, 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, July 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.

**POTENSI NILAI TAMBAH MINERAL IKUTAN PADA WILAYAH BEKAS TAMBANG BIJIH BESI LATERIT DI KECAMATAN MANTEWE DAN KECAMATAN SIMPANG EMPAT, KABUPATEN TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**  
*POTENCY OF ACCESSORY MINERAL ADDED-VALUE IN FORMER LATERITIC IRON ORE MINING AREA AT MANTEWE DISTRICT AND SIMPANG EMPAT DISTRICT, TANAH BUMBU REGENCY, SOUTH KALIMANTAN PROVINCE*

**Lia Novalia Agung**

Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
novalia\_adi@yahoo.co.id

diterima : 9 September 2014    direvisi : 15 September 2014    disetujui : 5 November 2014

## **ABSTRAK**

Wilayah bekas tambang kemungkinan masih memiliki potensi bahan galian untuk diusahakan baik bahan galian utama yang tidak tertambang/tertinggal maupun bahan galian lain dan mineral ikutannya. Penelitian potensi nilai tambah mineral ikutan di wilayah bekas tambang bijih besi laterit untuk mengetahui potensi dan prospek nilai tambah mineral ikutan dilakukan sebagai upaya mendorong pemanfaatan produk samping dari mineral utama bijih besi laterit. Pengambilan conto bijih besi laterit dilakukan di dua lokasi yaitu di daerah Mantewe dan Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu dengan metode pemercontaan singkapan dan comot.

Dari hasil analisis *X-Ray Fluorescence* diketahui terdapat mineral ikutan berupa logam Ni, Co, dan Cr dengan kadar 0,1160% s.d. 1,1100% Ni, 0,0061% s.d. 0,9000% Co dan 0,5823% s.d. 3,7200% Cr. Nilai ekonomi logam tersebut di daerah Mantewe dan Simpang Empat berdasarkan asumsi potensi dan harga komoditas yaitu logam Ni antara 64.200.280 USD sampai dengan 165.786.400 USD, Co antara 4.605.120 USD s.d. 143.816.400 USD, dan Cr antara 4.827.023 USD s.d. 1.874.969 USD. Nilai ekonomi logam di dua daerah tersebut cukup signifikan dan dapat memberikan nilai tambah mineral ikutan, perlu pengolahan dan pemurnian lebih lanjut karena kondisinya masih terikat sebagai bijih, konsentrat besi dan *tailing*.

**Kata kunci:** bijih besi laterit, mineral ikutan, nilai tambah mineral ikutan, dan produk samping.

## **ABSTRACT**

*The post mine area likely has still the potential of minerals deposit that are not only remaining minerals deposit but also other minerals and associated minerals. The research on potential added value of associated minerals in the post mine lateritic iron ore is aimed to determine the potential and prospects of the added value of associated minerals in order to encourage the use of by products of the main mineral lateritic iron ore products. Ore sampling from the outcrops and grab samplings are conducted at two locations in Mantewe and Simpang Empat Districts of Tanah Bumbu Regency.*

*The X-Ray Fluorescence analysis results of associated metallic minerals such as Ni, Co, and Cr show the grade from 0.1160% until 1.1100% for Ni, 0.0061% until 0.9000% for Co and 0.5823% until 3.7200% for Cr respectively. The economic values of metals at the study area based on the assumption of the potential and commodity prices are US\$ 64,200,280 to US\$ 165,786,400 for Ni, US\$ 4,605,120 to US\$ 143,816,400, for Co and US\$ 4,827,023 to US\$ 1,874,969 for Cr. The economic values of metals from both areas are quite significant*

*as added value of associated minerals, but it needs further processing and purification because their conditions are still bound as iron ore, iron concentrate and tailings.*

**Keywords :** *lateritics iron ore, associated minerals, added value of associated minerals, and by product.*

## PENDAHULUAN

Wilayah bekas tambang yang ditinggalkan karena berhentinya kegiatan penambangan seringkali masih memiliki kemungkinan potensi bahan galian yang dapat diusahakan kembali baik bahan galian utama, maupun bahan galian lain dan mineral ikutannya. Kegiatan penambangan berakhir tidak selalu disebabkan oleh habisnya cadangan bahan galian layak tambang, tetapi dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu teknologi, ekonomi, politik dan sosial masyarakat.

Seiring dengan kebutuhan bahan galian yang semakin meningkat untuk pembangunan dan industri telah membuat sektor pertambangan memegang peranan penting dalam penyedia bahan baku tersebut. Kebutuhan akan komoditas tertentu dan peningkatan harga dapat menyebabkan potensi pada wilayah bekas tambang yang semula tidak dimanfaatkan menjadi bernilai ekonomis.

Kabupaten Tanah Bumbu memiliki potensi bijih besi laterit dengan produksi dari tahun 2006 sampai 2013 terus meningkat, produksi tertinggi pada tahun 2013 mencapai 5.379.572,424 ton dengan kadar 48% s.d. 50% Fe (Anonim, 2013a). Sejak bulan Januari 2014 kegiatan penambangan bijih besi laterit berhenti atau tidak aktif melakukan kegiatan. Hal ini disebabkan belum adanya pabrik pengolahan yang sesuai dengan karakteristik bijih besi laterit di daerah tersebut yang memiliki kadar Fe rendah. Selain itu terkait juga dengan adanya kewajiban melakukan pengolahan dan pemurnian di dalam negeri (Anonim, 2014a). Adanya kewajiban tersebut dapat berarti juga sebagai upaya memacu pengembangan pemanfaatan mineral ikutan.

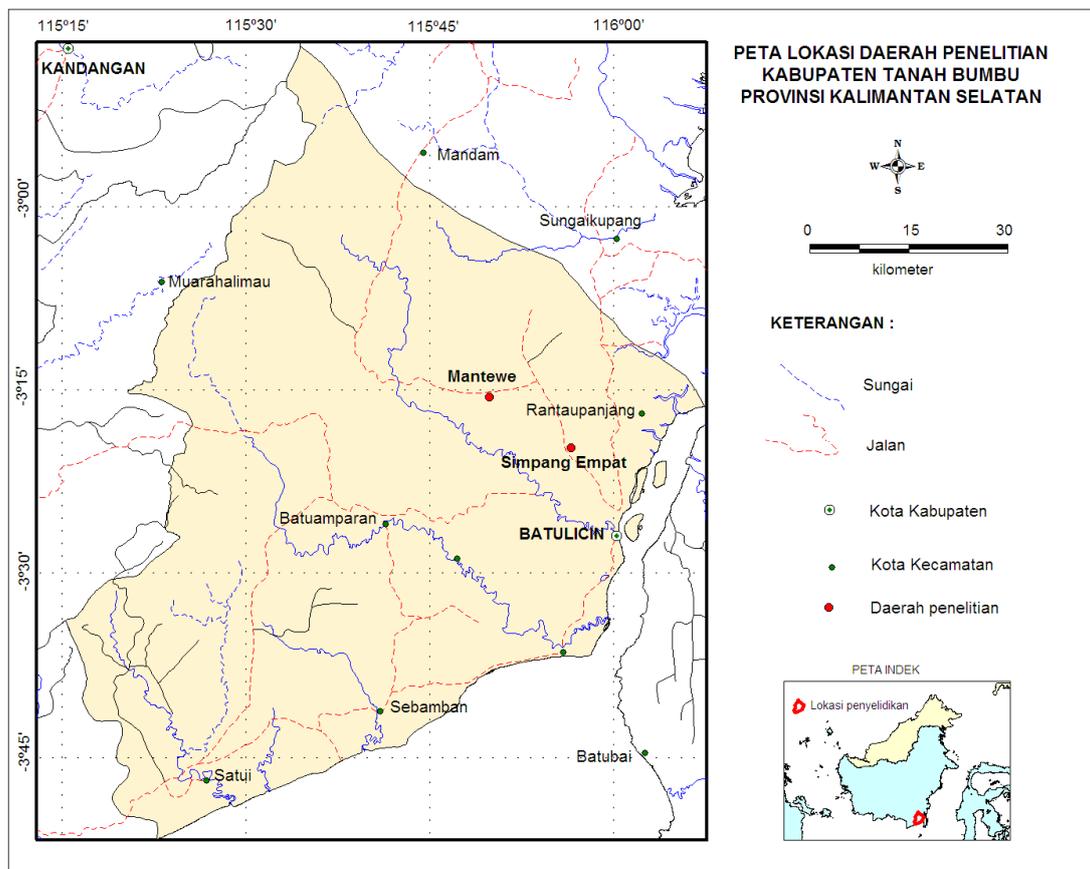
Kegiatan penambangan pada umumnya meninggalkan bahan galian utama dan bahan galian lain yang terdapat dalam kondisi *insitu* atau belum terganggu, mineral ikutan terbawa dalam konsentrat dan *tailing* yang mungkin masih mengandung mineral berharga. Selain itu terdapat pula potensi kadar rendah/marginal yang belum bernilai ekonomi pada saat ini. Oleh karena itu perlu upaya penanganan untuk pemanfaatan potensi-potensi tersebut di masa yang akan datang.

Penelitian potensi nilai tambah mineral ikutan di wilayah bekas tambang bijih besi laterit ditujukan untuk mengetahui potensi dan prospek nilai tambah mineral ikutan dalam upaya mendorong pemanfaatan produk samping dari mineral utama bijih besi laterit yang sesuai dengan kaidah konservasi.

Lokasi penelitian di dua wilayah bekas tambang bijih besi laterit yaitu di Desa Mantawakan Mulya, Kecamatan Mantewe dan di Desa Mekarsari, Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu (Gambar 1).

## METODOLOGI

Tahapan kegiatan penelitian meliputi pengumpulan data, analisis laboratorium dan pengolahan data. Metode penelitian yaitu berupa pengamatan dan pengambilan conto bahan galian dengan metode pemercontaan singkapan (*out crop sampling*) dan comot (*grab sampling*).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

**PENELITIAN DAN PEMANFAATAN BESI LATERIT DAN MINERAL IKUTANNYA**

**Bijih Besi Laterit di Kabupaten Tanah Bumbu**

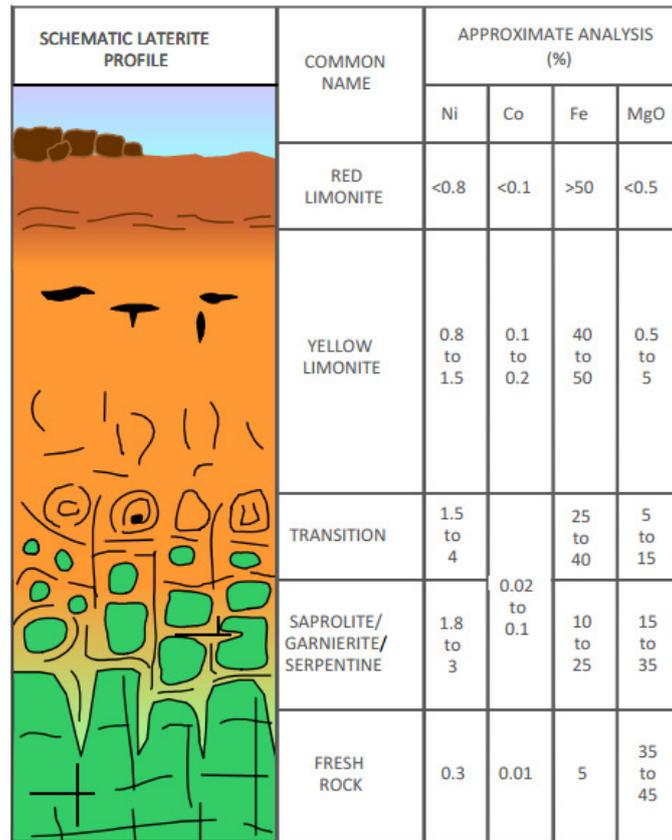
Bijih besi laterit terdapat dalam tanah laterit hasil pelapukan batuan piroksenit/peridotit yang disusun oleh mineral hematit dan goetit. Tanah lateritik umumnya berwarna coklat sampai kehitaman dengan ketebalan tanah bervariasi yang kadang-kadang masih mengandung bongkahan bijih besi berupa hematit/goetit berukuran kerikil – kerakal. Bijih besi tipe laterit umumnya terdapat di daerah perbukitan yang relatif landai, sehingga menjadi salah satu faktor utama proses pelapukan secara kimiawi yang berperan lebih besar daripada proses mekanik (Pardiarto dan Widodo, 2006). Profil tanah lateritik dengan urutan dari bagian atas ke bawah yaitu zona limonit, zone pelindian (*leaching zone*) dan zona saprolit yang terletak di atas batuan asalnya (ultrabasa). Besi laterit banyak

terkonsentrasi pada zona limonit (Gambar 2).

**Pemanfaatan Besi Laterit**

Potensi sumber daya bijih besi laterit di Indonesia yaitu 1.879.728.017 ton dengan kandungan Fe 6% s.d. 60% (Anonim, 2013c). Karakteristik bijih besi laterit memiliki kandungan besi yang rendah, kandungan logam-logam pengotor seperti nikel, krom, kobal, mangan dan kandungan air yang tinggi. Karakteristik demikian hampir belum dapat dimanfaatkan dalam industri besi baja, karena pada umumnya industri besi baja membutuhkan kadar besi 60 s.d. 69%. Hal ini menghambat dalam usaha pemanfaatan bijih besi laterit secara optimal (Saleh, dkk., 2008).

Bijih besi laterit belum dimanfaatkan secara optimal dalam proses pengolahan dan pemurnian di dalam negeri. Produk hasil pengolahan/pengecilan ukuran di daerah penelitian langsung dijual ke luar negeri/ekspor.



Gambar 2. Profil nikel laterit (Sumber : Anonim, 2013b)

Mengingat potensi sumber daya yang besar, kebutuhan konsumsi baja nasional yang diperkirakan terus meningkat mencapai 25 juta ton per tahun pada tahun 2020 (Anonim, 2012a), amanah UU No 4 Tahun 2009 dan Permen ESDM No. 1 Tahun 2014, maka pemanfaatan bijih besi laterit dengan melakukan pengolahan dan pemurnian di dalam negeri hendaknya harus sudah mulai dilaksanakan. Batas minimum pengolahan biji besi laterit untuk menjadi konsentrat besi laterit yaitu dengan kadar Fe  $\geq$  51% dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SiO<sub>2</sub>  $\geq$  10% untuk bahan pembuatan besi spon (*sponge iron*) dan besi wantah (*pig iron*). Namun kondisi kadar besi laterit berkisar 6% s.d. 60% (Anonim, 2013c). Oleh karena itu perlu adanya upaya peningkatan kadar besi sesuai dengan batasan minimum konsentrat besi laterit tersebut.

Adji Kawigraha dalam Anonim (2013d) melakukan penelitian penggunaan bijih besi laterit Indonesia sebagai bahan baku pembuatan *pig iron* tanpa benefisi. Bijih besi tersebut hanya

dikecilkan ukurannya kemudian dibuat *pelet* dengan campuran batubara serta perekat bentonit. Kalsium karbonat digunakan sebagai bahan tambahan. *Pelet* kemudian direduksi dan dikarburisasi pada temperatur 1.400°C. *Pig iron* merupakan lempengan bijih besi yang telah dimurnikan sebelum diolah kembali menjadi berbagai produk.

Menurut Saleh, dkk. (2008) karakteristik bijih besi Kalimantan Selatan sangat beragam dari yang berkadar tinggi sampai rendah. Proses *washing* dapat diterapkan untuk bijih besi berkadar tinggi dengan nisbah yang optimal 1 : 2, sedangkan untuk bijih besi berkadar rendah proses pemisahan magnetik maupun kombinasi magnetik dan flotasi dapat diterapkan. Penggunaan proses-proses tersebut pada skala laboratorium dapat meningkatkan kadar besi mencapai 60% Fe, walaupun demikian kandungan SiO<sub>2</sub> yang tinggi pada conto bijih hematit masih menjadi kendala untuk diturunkan di bawah 3%.

Pemanfaatan bijih besi laterit memerlukan proses secara menyeluruh dari hulu sampai hilir. Pada bagian hulu perlu dikaji jalur proses *iron making* melalui preparasi bijih dan proses reduksi yang paling ekonomis untuk memanfaatkan cadangan tersebut, dengan meninjau beberapa alternatif teknologi seperti *blast furnace*, *direct reduction* dan *direct smelting*. Pada bagian hilir perlu dikaji proses pembuatan baja paduan nikel dan pemanfaatannya. Salah satu ciri khas besi laterit adalah kandungan nikel yang relatif tinggi (Satrio, dkk., 2000).

Pemanfaatan cadangan tersebut dapat digunakan untuk pembuatan baja struktural atau dengan penambahan kandungan nikel pada proses *secondary metallurgy*, cadangan ini berpotensi untuk dijadikan baja paduan nikel ataupun baja tanpa karat (*stainless steel*). Baja paduan nikel banyak digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan ketangguhan tinggi pada temperatur rendah, seperti pada kilang pencairan gas alam dan pabrik petrokimia (Satrio, dkk., 2000).

### **Pemanfaatan Mineral Ikutan Nikel, Kobal, dan Krom**

Mineral utama adalah kelompok mineral bijih yang mempunyai unsur kimia terpenting yang berpengaruh dalam penentuan jenis batuan dan jenis endapan dan dapat diusahakan. Mineral ikutan yaitu mineral/unsur selain mineral/unsur utama yang diusahakan dan menurut genesanya terjadi secara bersama-sama dengan mineral utama (Anonim, 2006).

Mineral ikutan dapat berupa produk samping dari mineral utama yang diusahakan. Menurut Permen ESDM No 1/2014 pasal 1 ayat 7, produk samping adalah produk pertambangan selain produk utama pertambangan yang merupakan sampingan dari proses pengolahan dan pemurnian yang memiliki nilai ekonomis. Salah satu upaya penerapan konservasi antara lain pemanfaatan mineral ikutan yang berkemungkinan memberikan nilai tambah mineral. Nilai tambah adalah pertambahan nilai mineral sebagai hasil dari proses

pengolahan dan/atau pemurnian mineral (Permen ESDM No 1/2014 pasal 1 ayat 12).

Pemanfaatan nikel digunakan untuk industri hulu dalam bentuk *Ferro Nickel* (Fe-Ni) dan *Nickel Matte*. Produk *Fe-Ni* dan *nickel matte* diproses lebih lanjut menjadi produk antara berupa *stainless steel*. Produk ini akan menjadi bahan baku untuk industri hilirnya seperti: HRC (*Hot Rolled Coils*) *stainless*, batang kawat baja, tabung/pipa dan peralatan rumah tangga (Anonim, 2012b).

Kobal pada mulanya banyak digunakan industri paduan super (*superalloys*) seperti untuk pembuatan mesin turbin gas pesawat udara. Pemanfaatan kobal sejak tahun 2007 terus meningkat, penggunaan kobal banyak digunakan untuk baterai isi ulang (30%), *superalloys* (19%), material keras (13%), katalis (9%), pigmen pewarna (9%), magnet (7%), dan penggunaan lainnya (13%) seperti untuk sabun, pengering, elektrolisis dan lainnya (Anonim, 2011).

Produksi kromit diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan *ferrochrome* untuk penggunaan industri *stainless steel* terutama dari negara Republik Rakyat Tiongkok. Berdasarkan data KPMG (Anonim, 2013e), produksi kromit selama tahun 2012 digunakan untuk produksi *stainless steel* sekitar 69%, produksi paduan baja 27%, peleburan dan pengecoran 3% dan paduan khusus 1%.

### **HASIL PENELITIAN**

Pada wilayah bekas tambang di Mantewe penambangan bijih besi laterit dilakukan di bukaan tambang (*pit*) kadar Fe rendah dan kadar Fe tinggi. Bijih besi kadar rendah berwarna merah kecokelatan dengan tingkat lateritisasi sedang. Bijih besi kadar Fe rendah yang terdapat pada bukaan tambang sebarannya cukup luas, dari sekitar *stockpile* (tempat penimbunan) hingga *front* (pemuka kerja) tambang bijih kadar tinggi sepanjang 250 m, lebar 75 m dan ketebalan rata-rata 2 m (Gambar 3).

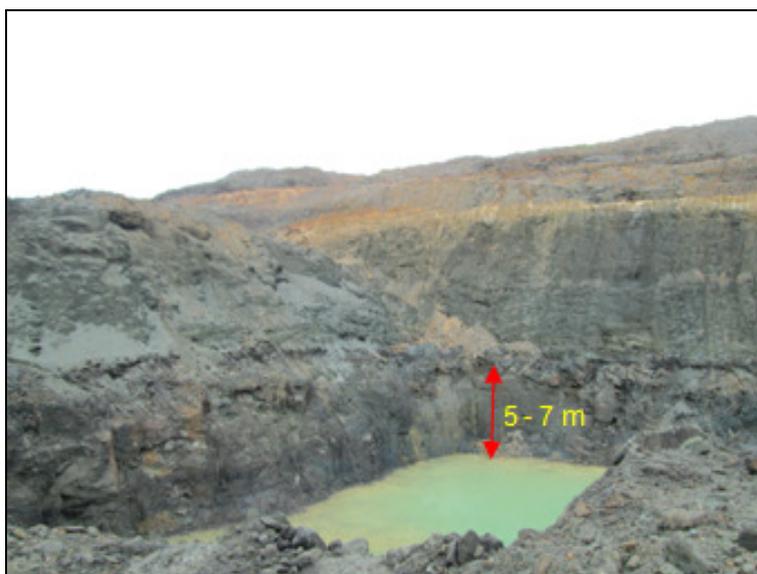


Gambar 3. *Pit* bijih besi laterit berkadar rendah

Pada *pit* kadar Fe tinggi memiliki luas sekitar 50 m x 60 m, ketebalan bijih besi pada dinding *pit* yang ditinggalkan sekitar 5 s.d. 7 meter berwarna hitam dan kompak (Gambar 4). Pada tahap pengolahan, bijih besi dari *pit* kadar Fe tinggi dan rendah dilakukan pengecilan ukuran dengan *crusher/grizzly* dan pemisahan berdasarkan sifat kemagnetan dengan menggunakan magnetik separator.

Pada wilayah bekas tambang di Simpang Empat terdapat kadar besi tinggi (Fe > 45%) dan rendah (Fe 35% s.d.

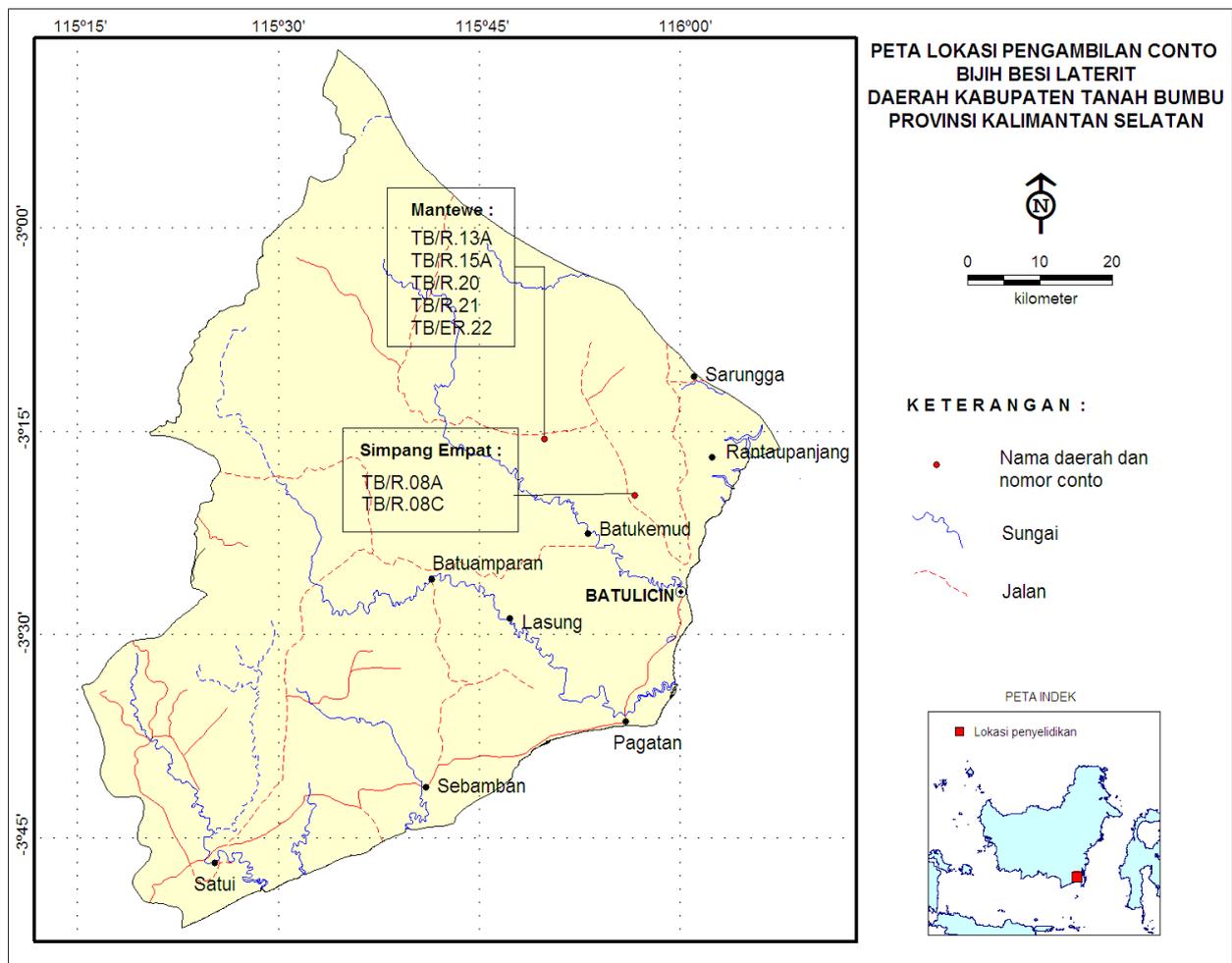
45%). Kegiatan penambangan berhenti sementara sejak awal Januari 2014, mengakibatkan semua kegiatan yang berkaitan dengan penambangan berhenti termasuk kegiatan perawatan jalan tambang, sehingga pengambilan conto (TB/R.08A dan TB/R.08C) dengan pertimbangan keamanan hanya diizinkan dilakukan di lokasi *stockpile* (Gambar 5). Peta lokasi pengambilan conto bijih besi laterit di kedua wilayah bekas tambang di Mantewe dan Simpang Empat terlihat pada Gambar 6.



Gambar 4. *Pit* bijih besi laterit berkadar tinggi



Gambar 5. Tempat pengambilan conto di *stockpile*



Gambar 6. Peta lokasi conto bijih besi laterit

Hasil pengambilan conto di Mantewe berupa bijih besi kadar Fe rendah (TB/R.13A), bijih besi kadar Fe tinggi (TB/R.15A), konsentrat yang lolos dari *grizzly* (TB/R.20), konsentrat dari magnetik separator (TB/R.22) dan conto *tailing* proses pengecilan ukuran (TB/R.21) dilakukan uji laboratorium dengan metoda *X-Ray Fluorescence (XRF)* dengan hasil seperti pada Tabel 1. Pengambilan conto di Simpang Empat dengan hasil analisis seperti pada Tabel 2.

## PEMBAHASAN

Hasil analisis diketahui kadar Fe di Mantewe 33,02% s.d. 51,63% (Tabel 1). Kadar tertinggi merupakan konsentrat besi yang lolos dari *grizzly* (TB/R.20) yaitu 51,63% Fe, kadar ini lebih tinggi daripada

kadar konsentrat besi dari magnetik separator (TB/R.22) yaitu 43,11% Fe. Pada *pit* kadar Fe rendah (TB/R.13A) mengandung 33,02% Fe dan pada *pit* kadar tinggi mengandung 46,90% Fe (TB/R.15A). Pada *tailing* (TB/R.22) mengandung kadar 45,56% Fe (Tabel 1). *Tailing* conto hasil proses pengecilan ukuran di Mantewe mengandung Fe dan unsur-unsur mineral ikutan yang kadarnya cukup tinggi. Oleh karena itu perlu penanganan *tailing* agar tidak hanya digunakan sebagai bahan pengeras jalan tambang. Kadar Fe di Simpang Empat 37,18% s.d. 41,97% (Tabel 2). Hasil analisis mineral ikutan berupa logam nikel, krom, dan kobal dari conto bijih besi yang diambil dari Mantewe seperti pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil analisis XRF di wilayah bekas tambang Mantewe (%)

Kode Conto	Fe	Ni	Co	Cr
TB/R.13A	33,02	0,1160	0,0061	3,7200
TB/R.15A	46,90	0,4640	0,0103	1,1900
TB/R.20	51,63	0,5260	0,0279	1,6800
TB/R.21	45,56	0,3370	0,0139	0,8106
TB/R.22	43,11	0,4700	0,0156	3,6200

Tabel 2. Hasil analisis XRF di wilayah bekas tambang Simpang Empat (%)

Kode Conto	Fe	Ni	Co	Cr
TB/R.08A	37,18	1,1100	0,9010	0,5823
TB/R.08C	41,97	0,8660	0,0209	1,1300

Tabel 3. Hasil analisis unsur Ni, Cr dan Co di Mantewe (%)

Kode Conto	Ni	Co	Cr
TB/R.13A	0,1160	0,0061	3,7200
TB/R.15A	0,4640	0,0103	1,1900
TB/R.20	0,5260	0,0279	1,6800
TB/R.21	0,3370	0,0139	0,8106
TB/R.22	0,4700	0,0156	3,6200
Kadar minimal bernilai ekonomi (Evans, 1993 dalam Idrus, 2007)	0,7500	0,5000	22
Rata-rata	0,3826	0,0148	2,2041

Mineral ikutan berupa logam Ni, Co dan Cr di Mantewe tidak melebihi nilai ekonomi (Evans, 1993 dalam Idrus, 2007), namun apabila dikaitkan dengan produksi yang diasumsikan 1 juta ton berarti akan terdapat potensi Ni 3.826 ton dengan kadar rata-rata 0,3826% Ni, Co 148 ton dengan kadar rata-rata 0,0148% Co dan Cr 22.041 ton dengan kadar rata-rata 2,2041% Cr.

Hasil analisis mineral ikutan di Simpang Empat berupa logam Ni dan Co menurut Evans *dalam* Idrus (2007) sudah melebihi nilai ekonomi (Tabel 4). Hal ini menunjukkan logam Ni dan Co di Simpang Empat lebih tinggi dari Mantewe, tetapi Cr lebih rendah dan apabila dikaitkan dengan produksi yang diasumsikan 1 juta ton, berarti akan terdapat potensi Ni 9.880 ton dengan kadar rata-rata 0,9880% Ni, Co 4.610 ton dengan kadar rata-rata 0,4610% Co dan Cr 8.562 ton dengan kadar rata-rata 0,8562% Cr.

Logam Ni, Co dan Cr tersebut apabila dikaitkan dengan harga komoditas pada saat kondisi tanggal 4 Desember 2014 berdasarkan *London Metal Exchange* yaitu untuk Ni 16.780 USD/ton dan Co 31.200 USD/ton (Anonim, 2014b), dan menurut KPMG (Anonim, 2013e) untuk Cr yaitu 219 USD/ton. Perhitungan nilai ekonomi ini berdasarkan nilai Rupiah 12.000/USD.

Nilai keekonomian ketiga logam mineral ikutan tersebut menunjukkan nilai yang cukup signifikan (Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7), namun belum dikelola dengan baik karena masih banyak kendala antara lain belum adanya peraturan tentang penanganan dan pemanfaatan mineral ikutan.

Tabel 4. Hasil analisis unsur Ni, Co dan Cr di Simpang Empat (%)

Kode Conto	Ni	Co	Cr
TB/R.08A	1,1100	0,9010	0,5823
TB/R.08C	0,8660	0,0209	1,1300
Kadar minimal bernilai ekonomi (Evans, 1993 dalam Idrus, 2007)	0,7500	0,5000	22
Rata-rata	0,9880	0,4610	0,8562

Tabel 5. Nilai Keekonomian Ni

Wilayah	Potensi Ni (Ton)	Harga Ni (USD/Ton)	Nilai Ekonomi Ni (USD)	Nilai Ekonomi Ni (Rupiah)
Mantewe	3.826	16.780	64.200.280	770.403.360.000
Simpang Empat	9.880		165.786.400	1.989.436.800.000

Tabel 6. Nilai Keekonomian Co

Wilayah	Potensi Co (Ton)	Harga Co (USD/Ton)	Nilai Ekonomi Co (USD)	Nilai Ekonomi Co (Rupiah)
Mantewe	148	31.200	4.605.120	55.261.440.000
Simpang Empat	4.610		143.816.400	1.725.796.800.000

Tabel 7. Nilai Keekonomian Cr

Wilayah	Potensi Cr (Ton)	Harga Cr (USD/Ton)	Nilai Ekonomi Cr (USD)	Nilai Ekonomi Cr (Rupiah)
Mantewe	22.041	219	4.827.023	57.924.273.600
Simpang Empat	8.562		1.874.969	22.499.622.000

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Mineral ikutan di daerah Mantewe dan Simpang Empat berupa logam Ni, Co, dan Cr dengan kadar 0,1160% s.d. 1,1100% Ni, 0,0061% s.d. 0,9000% Co dan 0,5823% s.d. 3,7200% Cr. Nilai ekonomi logam tersebut berdasarkan

asumsi potensi dan harga komoditas yaitu logam Ni 64.200.280 USD dan 165.786.400 USD, Co 4.605.120 USD dan 143.816.400 USD, dan Cr 4.827.023 USD dan 1.874.969 USD. Nilai ekonomi logam di dua daerah tersebut cukup signifikan, namun perlu perhatian dan penanganan agar potensi tersebut dapat memberikan

nilai tambah mineral. Saat ini kondisi mineral ikutan masih terikat sebagai bijih, konsentrat dan *tailing* yang memerlukan pengolahan dan pemurnian lebih lanjut.

Terkait dengan beberapa penelitian pemanfaatan bijih besi laterit dan mineral ikutan Ni, Co, dan Cr, potensi mineral ikutan di daerah ini dapat mendukung pengembangan dan pemanfaatan di masa mendatang. Langkah pengembangan pemanfaatan mineral ikutan antara lain dengan mengintensifkan pencarian potensi mineral ikutan di wilayah tambang baik yang aktif maupun yang tidak aktif, peningkatan peran lembaga penelitian dan swasta dalam mengembangkan metode

pengolahan dan pemurnian mineral ikutan, penataan regulasi dan koordinasi antara pemerintah, pemerintah daerah dan pelaku usaha pertambangan dalam penanganan dan pengamanan mineral ikutan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ir. Raharjo Hutamadi yang telah memberi saran dan koreksi untuk perbaikan penulisan, dan rekan-rekan anggota tim penelitian baik dari Pusat Sumber Daya Geologi maupun Instansi terkait di Kabupaten Tanah Bumbu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. Konsep Kriteria dan Tata Cara Penetapan Bahan Galian Lain dan Mineral Ikutan. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2009. Undang-Undang No 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Anonim, 2011. *Cobalt: Increasing Use, Reduced Production & Finding The Right Price*. <http://www.hardassetsinvestor.com/features/4585-cobalt-increasing-use-reduced-production-a-finding-the-right-price.html> [5 Desember 2014]
- Anonim, 2012a. Industri Baja Terkendala Pasokan Energi dan Bahan Baku. Harian Ekonomi Neraca. [Http://www.kemenperin.go.id/artikel/8162/Industri-Baja-Terkendala-Pasokan-Energi-dan-Bahan-Baku](http://www.kemenperin.go.id/artikel/8162/Industri-Baja-Terkendala-Pasokan-Energi-dan-Bahan-Baku) [8 Juli 2014]
- Anonim, 2012b. Kajian *Supply Demand* Mineral. Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Anonim, 2013a. Perkembangan Produksi Hasil Tambang Batubara dan Bijih Besi Setiap Bulan Perusahaan Pemegang IUP - OP di Kabupaten Tanah Bumbu. Data untuk Laporan Tanah Bumbu dalam Angka Tahun 2014. Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Tanah Bumbu, Batulicin.
- Anonim, 2013b. *Nickel Laterities in SE Asia*. CSA Global. <https://www.aig.org.au/images/stories/Resources/Nickel-Laterite-in-SE-Asia-M-Elias.pdf> [16 Desember 2014]
- Anonim, 2013c. Data Neraca Sumber Daya dan Cadangan Besi Laterit Tahun 2013. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2013d. Doktor Lulusan UI Temukan Cara Mengolah Bijih Besi Laterit tanpa Benefisasi. <http://humas.ui.ac.id/node/7670> [11 April 2014]
- Anonim, 2013e. *Chromite-Special Edition*. Commodity Insights Bulletin. KPMG. [Http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/commodity-insights-bulletin/Documents/chromite-q3-july-2013.pdf](http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/commodity-insights-bulletin/Documents/chromite-q3-july-2013.pdf) [8 Desember 2014].
- Anonim, 2014a. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.1 Tahun 2014 Tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri.
- Anonim, 2014b. *Official Prices, Nickel and Cobalt*. London Metal Exchange. [Htpps://www.lme.com](https://www.lme.com). [4 Desember 2014].
- Idrus, A., 2007. Endapan Mineral Bijih: Klasifikasi, Genesa, Model Endapan serta Asosiasi Mineral dan Komposisi Kimianya. Modul Mata Kuliah Pemodelan Sumberdaya

- Mineral. Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Program Pascasarjana, Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta.
- Pardiarto, B. dan Widodo, W., 2006. Potensi Cebakan Bijih Besi di Kusan Hulu, Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Saleh, N., Pramusanto, Dahlan, Y., Amalia, D., Setyatmoko, E., Sarjono, Kusnawan, Somantri, S., 2008. Pengolahan Bijih Besi Kalimantan Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- Satrio, A. M., Muljono, D., dan Koesnohadi, 2000. Potensi Pemanfaatan Bijih Besi Laterit sebagai Bahan Baku Industri Baja *dalam* Prosiding Kolokium Pengolahan dan Lokakarya Bahan Galian Indonesia untuk Bahan Baku Industri. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

**KARAKTERISTIK BATUBARA PADA FORMASI SEMBAKUNG DI DAERAH SEGAH,  
KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**  
*COAL CHARACTERISTIC IN SEMBAKUNG FORMATION SEGAH AREA,  
BERAU REGENCY, EAST KALIMANTAN PROVINCE*

**Rohadian Yosep\*), Wahyu Sugiarto\*\*), dan Dede Ibnu Suhada\*\*\*)**

\*) Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur

\*\*) PT Sagita Energi, Berau

\*\*\*) Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno Hatta N0 444, Bandung

rohadiany@yahoo.com

diterima : 2 September 2014    direvisi : 10 September 2014    disetujui : 3 November 2014

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik batubara pada Formasi Sembakung dengan metode pemetaan lapangan dan analisis kualitas batubara berupa analisis proksimat dan analisis nilai kalori. Hasil penelitian lapangan menemukan enam lapisan batubara pada Formasi Sembakung dengan ketebalan berkisar antara 0,92 meter s.d.1,40 meter. Kualitas batubara ditunjukkan oleh nilai rerata kelembaban 2,75 % (adb), kandungan zat terbang 20,96 % (adb), karbon tertambat 44,08 % (adb), kandungan abu 32,24 % (adb), sulfur total 6,27 % (adb). Nilai kalori berkisar antara 2.539 cal/gr s.d 6.212 cal/gr. Batubara termasuk dalam jenis *subbituminous* sampai *bituminuous (low volatile)*.

**Kata kunci :** Berau, daerah Segah, Formasi Sembakung, karakteristik batubara.

**ABSTRACT**

*The aim of this research is to define the coal characteristics in Sembakung Formation using field mapping method and coal quality analyses in laboratory namely proximate analysis and calorific analysis. The results of research show that the field has six coal seams with thickness ranging from 0.92 meters to 1.40 meters. The coal quality is shown by an average value of 2.75% moisture (adb), volatile matter content of 20.96% (adb), carbon tethered 44.08% (adb), ash content of 32.24% (adb), total sulfur 6, 27% (adb). Calorific value ranges from 2.539 cal/g up to 6.212 cal/g, included as the type of sub-bituminous to bituminous (low volatile) coal.*

**Keyword :** Berau, Segah area, coal characteristic, Sembakung Formation.

**PENDAHULUAN**

Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur merupakan daerah yang terkenal sebagai salah satu daerah penghasil batubara di Indonesia. Perusahaan-perusahaan penghasil batubara diantaranya PT Berau Coal, PT Supra Bara Energy, PT Bara Jaya Utama, PT Berau Bara Energy, PT Rantaupanjang Utama Bhakti, PT Nusantara Berau Coal dan PT Berau Usaha Mandiri. Menurut data Dinas Pertambangan dan Energi

Kabupaten Berau (2014) produksi batubara di Kabupaten Berau pada tahun 2013 sebesar 37 Juta ton dengan total sumberdaya terukur sebesar 1,64 milyar ton. Batubara dari Kabupaten Berau secara umum termasuk jenis bituminous-sub bituminous yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Batubara yang dihasilkan umumnya berasal dari formasi pembawa batubara yaitu Formasi Lath, Formasi Labanan, Formasi Domaring dan Formasi Sajau, namun pada hasil penelitian ini batubara

ditemukan juga pada Formasi Sembakung yang sebelumnya tidak diketahui memiliki kandungan batubara.

Hasil penelitian di lapangan, singkapan batubara ditemukan dalam Formasi Sembakung. Hal ini sangat menarik karena selama ini belum pernah ditemukan batubara pada formasi ini, untuk lebih mengetahui kondisi batubara maka dilakukan pemetaan geologi, pengambilan conto dan analisis laboratorium.

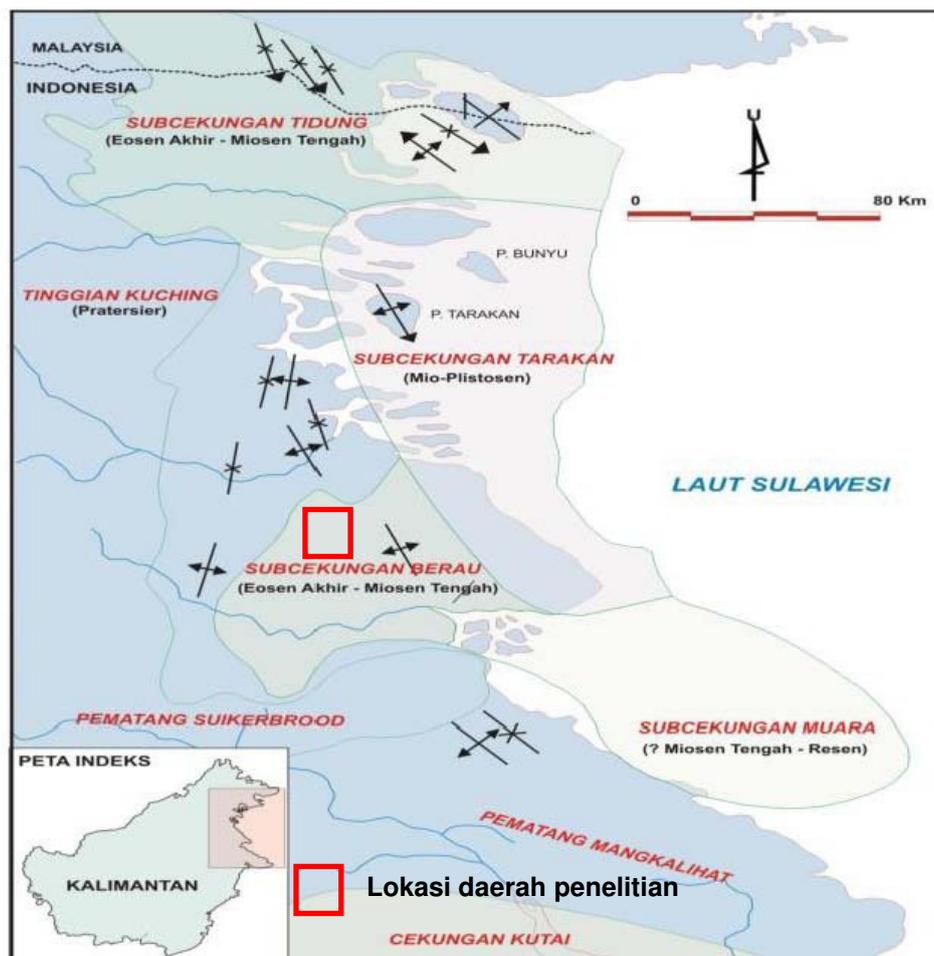
Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik dari batubara Formasi Sembakung di Daerah Segah, meliputi kualitas dari batubara yang terdiri dari kelembaban, kandungan karbon tertambat, kandungan abu, dan nilai kalori, serta pelampiran lapisan batubara.

## METODOLOGI

Metode penelitian berupa pemetaan geologi permukaan yang dilakukan dalam wilayah IUP Eksplorasi PT Sagita Energy. Untuk mengetahui kualitas batubara, dilakukan analisis proksimat dan analisis nilai kalori.

## GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian, secara fisiografi terletak di Sub Cekungan Berau yang merupakan bagian baratdaya dari Cekungan Tarakan (Gambar 1). Cekungan Tarakan di Kalimantan Timur terbagi menjadi empat sub-cekungan, yaitu Tarakan, Tidung, Berau, dan Muara (Tossin & Kadir, 1996).



Gambar 1. Peta lokasi Cekungan Tarakan dibagi menjadi empat sub cekungan, yaitu Subcekungan Tidung, Subcekungan Tarakan, Subcekungan Muara dan Subcekungan Berau (Tossin dan Kadir, 1996)

Cekungan ini mengalami penurunan (*subsidence*) dan terbuka kearah timur. Terjadi kenaikan muka air laut di bagian barat dan terbentuknya pengendapan dari serpih marin Formasi Sembakung, di atas Batuan Dasar Dannu. Transgresi ini terhenti oleh adanya pengangkatan yang menyebabkan terjadinya pengendapan batuan klastik dari Formasi Sujau (Darman, 2000).

Urutan stratigrafi berdasarkan Peta Geologi Lembar Tanjung Redeb (Situmorang & Burhan, 1995) dari tua ke muda adalah ; Formasi Sembakung, Formasi Tabalar, Formasi Birang, Formasi Lati, Formasi Tabul, Formasi Labanan, Formasi Domaring, Formasi Sinjin, Formasi Sajau dan Aluvium (Gambar 2). Struktur yang berkembang berupa lipatan, sesar normal, sesar mendatar dan kelurusan dengan arah utama baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut.

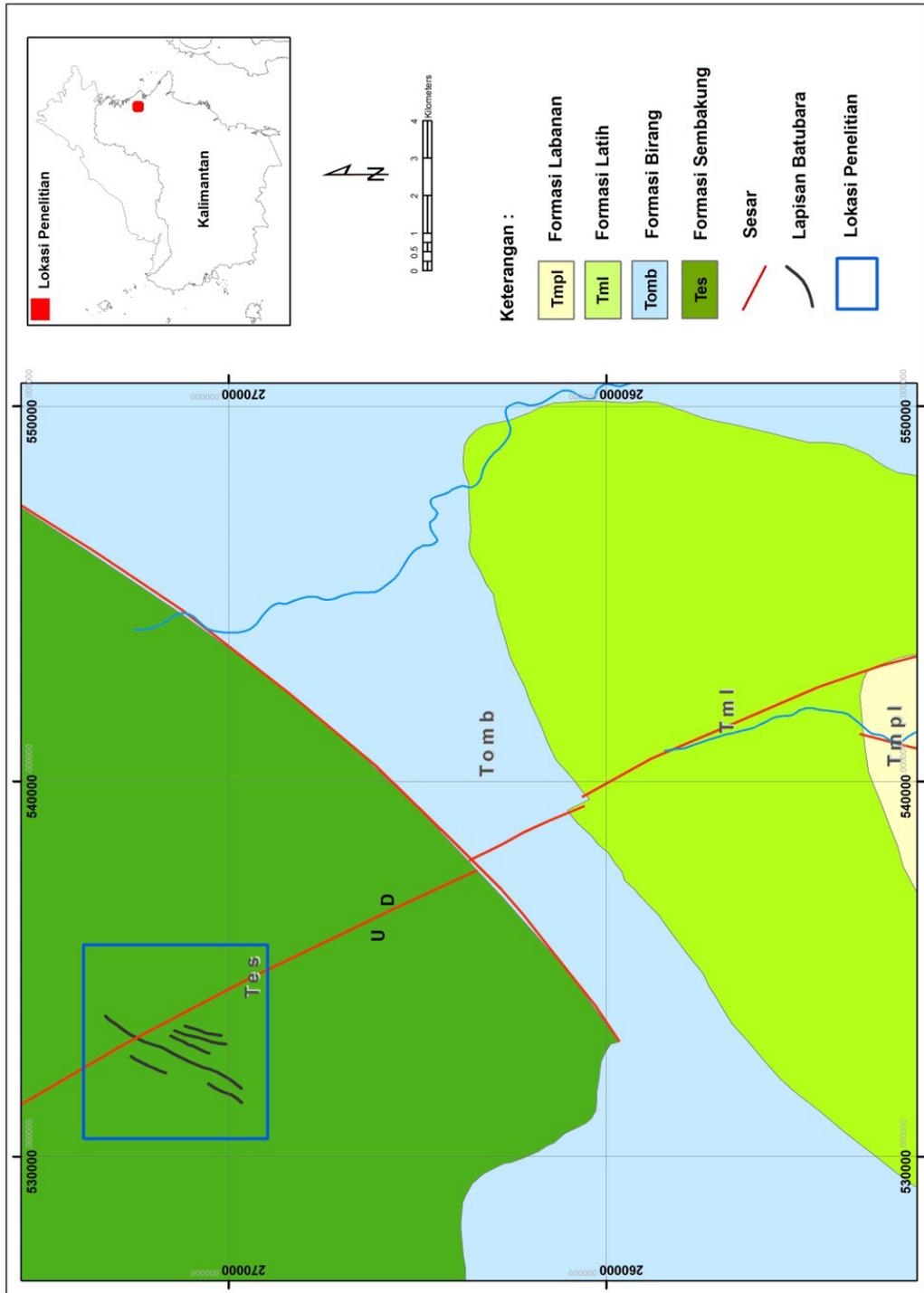
Formasi Sembakung menurut Situmorang dan Burhan (1995) terdiri dari batulempung, batulanau dan batupasir di bagian bawah, batupasir kuarsa, batugamping pasiran, rijang dan tuf di bagian atas, berumur Eosen dan diendapkan dalam lingkungan laut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Daerah penelitian tersusun dari batulanau, batulempung dan batupasir di bagian bawah. Arah penyebaran batuan secara umum berarah N 150° E hingga N 240° E, dengan kemiringan lapisan batuan antara 20° hingga 45°. Dari hasil pemetaan gologi permukaan didapatkan dua satuan batuan yaitu satuan batulanau dan satuan batupasir. Kedua satuan batuan ini diperkirakan bagian dari Formasi Sembakung.

UMUR		SATUAN BATUAN	LITOLOGI	TEBAL (m)	LINGKUNGAN
KUARTER		ALUVIUM	Lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal, dan gambut	40	Sungai dan rawa
PLIOSEN	AKHIR	FORMASI SINJIN	Tuf, tuf terkersikkan, aglomerat, lava andesit, batulempung tufan dan kaolin	>500	Darat
	AWAL	FORMASI DOMARING	Batugamping, napal, dan batubara muda	1.000	Rawa hingga litoral
MIOSEN	AKHIR	FORMASI LABANAN	Konglomerat, batupasir, batulanau, batulempung, batugamping, dan batubara	450	Fluviatil
	TENGAH	FORMASI LATI	Batulempung, batulanau, batupasir kuarsa, dan batubara	800	Delta, estuarin, dan laut dangkal
	AWAL	FORMASI BIRANG	Napal, rijang, batupasir kuarsa, konglomerat, batugamping, dan tuf	1.000	Laut dangkal hingga laut dalam
OLIGOSEN	AKHIR				
	AWAL	FORMASI TALABAR	Napal, batupasir, serpih, batugamping, dolomitan, konglomerat	1.000	Fluviatil hingga laut dangkal
EOSEN	AKHIR				
	TENGAH	FORMASI SEMBAKUNG	Batulempung, batupasir, batulanau, batugamping pasiran, rijang, dan tuf	>1.000	Laut
	AWAL				
PALEOSEN	AKHIR				
	AWAL				

Gambar 2. Stratigrafi Daerah Berau, Kalimantan Timur (Situmorang dan Burhan, 1995 dalam Maryanto, 2011)



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penelitian (modifikasi dari Peta Geologi Lembar Tanjungredeb, Kalimantan Timur, 1995)



Satuan batulanau terdiri dari batulanau dengan perselingan batupasir dan serpih, batulempung, pada bagian atas terdapat batulempung dengan komposisi karbonatan (Gambar 5). Pada satuan ini terdapat enam lapisan batubara. Satuan ini berada pada bagian barat daerah penelitian dan menempati sekitar 60% dari keseluruhan daerah penelitian.

Batulanau dengan warna abu-abu hingga hitam, struktur perlapisan dan laminasi berselingan dengan batulempung dan batupasir dengan komposisi semen silika banyak ditemukan pada satuan batuan ini. Secara megaskopis batubara di satuan batuan ini berwarna hitam dengan kilap terang, garis gores berwarna coklat

sampai hitam, mudah pecah, dan pecahan *subconoidal* (Gambar 6).

Satuan batupasir, terdiri dari dominasi batupasir berbutir sedang berselingan dengan batupasir halus, batulanau, serpih, dan batubara (Gambar 7). Batupasir dengan warna coklat dan abu-abu, struktur perlapisan dan laminasi berselingan dengan batulanau, komposisi fragmen kuarsa, *lithic*, biotit, felspar, dan material lempung, semen silika banyak ditemukan. Di Satuan Batupasir ini ditemukan lima singkapan batubara berwarna hitam, mudah pecah, bentuk pecahannya *subconoidal*, ketebalannya 8 cm s.d. 20 cm. Satuan ini berada pada bagian timur dan menempati 40% dari daerah penyelidikan.



Gambar 5. Foto Singkapan batulanau pada satuan batulanau



Gambar 6. Foto singkapan batubara yang ditemukan di Daerah Segah



Gambar 7. Foto singkapan batupasir pada satuan batupasir

**Lapisan Batubara**

Hasil penelitian didapatkan 74 singkapan batubara (Gambar 4). Dari hasil rekonstruksi didapatkan enam lapisan utama batubara pada Satuan Batulanau yaitu lapisan 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dengan arah perlapisan baratdaya – timurlaut dan kemiringan berkisar 18° s.d. 42° ke arah barat laut. Ketebalan lapisan batubara berkisar antara 0.92 m s.d. 1.40 m.

**Hasil Analisis Laboratorium**

Kualitas batubara dari hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut kandungan air tertambat (m) berkisar dari 0,7 % sampai 4,45 %, kandungan zat terbang (vm) berkisar dari 18,25 % sampai 25,45 %, kandungan karbon tertambat (fc) berkisar dari 22,0 % sampai 54,20 %, kandungan abu (ash) cukup tinggi berkisar dari 8,3 % sampai

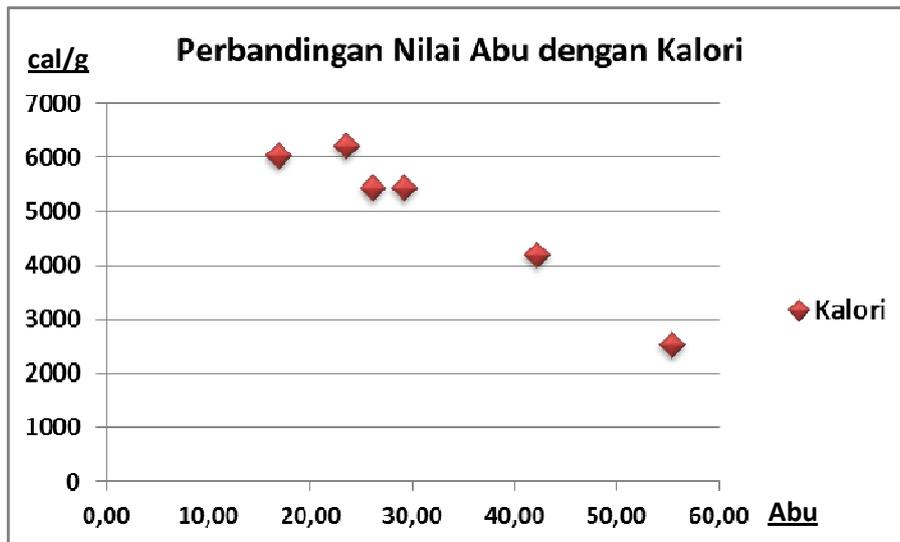
55,4 %, kandungan sulfur total (ts) berkisar dari 0,75 % sampai 14,8 %, dan nilai kalori (cv) berkisar dari 2539 cal/gr sampai 6212 cal/gr.

Dari hasil analisis diketahui bahwa kandungan abunya tinggi. Kandungan abu ini sangat mempengaruhi nilai dari kalorinya, sampel yang tinggi nilai kalorinya nilai abunya rendah, sebaliknya sampel yang rendah nilai kalorinya kandungan abu tinggi (Gambar 8). Lapisan 6 dengan nilai abu lebih dari 50% termasuk kedalam lempung batubaraan.

Berdasarkan Fuel Ratio yaitu perbandingan *Fixed Carbon* terhadap *Volatile Matter* (Rance, H.C., 1975), batubara yang dianalisis mempunyai ratio rata-rata 3,06 sehingga termasuk dalam jenis (*coal type*) *semi bituminous-bituminous (low volatile)*.

Tabel 1. Data batubara di daerah Segah, Kabupaten Berau

Lapisan	Ketebalan (meter)	Kelembaban (%) adb	Zat Terbang (%) adb	Karbon Tertambat (%) adb	Abu (%) adb	Sulfur Total (%) adb	Nilai Kalori (cal/gr) adb
1	1.13	2.15	18.90	49.70	29.25	4.82	5424
2	1.10	0.70	21.70	54.20	23.50	14.80	6212
3	1.11	3.43	23.08	47.38	26.15	3.31	5429
4	1.21	1.60	18.25	38.05	42.20	12.08	4193
5	1.40	4.45	25.45	53.15	16.95	1.89	6035
6	0.92	4.20	18.40	22.00	55.40	0.75	2539



Gambar 8. Perbandingan nilai abu dengan nilai kalori batubara

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Terdapat enam lapisan batubara berada pada Formasi Sembakung dengan ketebalan dari 0,92 meter s.d. 1,40 meter, dengan kelembaban berkisar 0,7 % sampai 4,45 %, kandungan karbon tertambat berkisar 22,0 % sampai 54,20 %, kandungan abu berkisar 8,3 % sampai 55,4 %, dan nilai kalori berkisar 2539 cal/gr sampai 6212 cal/gr termasuk dalam kelas subbituminous s.d. bituminous.

Untuk mengetahui karakteristik batubara yang lebih lengkap maka diperlukan analisis petrografi sehingga bisa diketahui komposisi maseralnya dan

dapat menentukan material asal pembentuk batubara.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih para penulis sampaikan kepada Direksi PT Sagita Energi yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dalam penulisan makalah dengan menyediakan data yang diperlukan serta fasilitas di lapangan. Terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan saran dan koreksi dalam penyelesaian makalah ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim. 2014. Data Sumberdaya dan Produksi, Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur.  
 Darman, H. 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*. Indonesian Association of Geologist. Jakarta.  
 Maryanto, S. 2011. Stratigrafi dan Keterdapatn Batubara pada Formasi Latih di daerah Berau, Kalimantan Timur. Buletin Sumber Daya Geologi. vol 6 nomor 2  
 Rance, H.C. 1975. *Coal Quality Parameters and Their Influence in Coal Utilization*. Shell International Petroleum Co. Ltd.  
 Situmorang, R. L., dan Burhan, G. 1995. Geologi Lembar Tanjungredeb, Kalimantan Timur. Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.  
 Tossin, S. dan Kadir, R., 1996. Tipe Reservoir Sedimen Miosen Tengah di Sub-Cekungan Tarakan, Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur. *Proceeding of the 25th Annual Convention of The Indonesian Association of Geologist*.

## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : November 2014

ISSN 1907 – 5367

Lano Adhitya Permana, Dede Iim Setiawan, Dikdik Risdianto, dan Arif Munandar (Pusat Sumber Daya Geologi)

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA PANAS BUMI DAERAH MAPOS, BERDASARKAN MANIFESTASI PERMUKAAN**

BSDG November 2014 Vol. 9 No. 3 Hal. 139 – 150

Kegiatan penelitian panas bumi daerah Mapos dilakukan untuk mengetahui karakteristik geokimia panas bumi di daerah tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengamatan dan pengambilan conto di lapangan, analisis laboratorium serta interpretasi data. Objek penelitian ini terdiri dari manifestasi panas bumi yang muncul di permukaan, geokimia air panas, batuan ubahan dan komposisi isotop stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tujuh air panas di daerah penelitian yang dapat diklasifikasikan ke dalam tipe air panas klorida, klorida-bikarbonat, sulfat, sulfat-bikarbonat dan bikarbonat. Seluruh air panas di daerah penelitian terletak di zona *immature waters* dengan jenis pola aliran air panas berupa *outflow* dan perkiraan temperatur reservoir sekitar 200°C. Berdasarkan manifestasi panas bumi di permukaan, sistem panas bumi daerah Mapos merupakan sistem panas bumi bertemperatur sedang dengan dominasi air pada relief tinggi dan berhubungan dengan sistem vulkanik.

Kata kunci : Geokimia, Mapos, *Outflow*, Sistem Panas Bumi.

Dede I. Suhada dan Sigit A. Wibisono (Pusat Sumber Daya Geologi)

**POTENSI GAS METANA BATUBARA PADA FORMASI WARUKIN DI DAERAH BATUSOPANG, KABUPATEN PASER, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

BSDG November 2014 Vol. 9 No. 3 Hal. 151 – 160

Penelitian potensi gas metana batubara dilakukan pada Formasi Warukin di Cekungan Pasir, Kalimantan Timur tepatnya di daerah Batusopang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi gas metana batubara dengan menggunakan metode pengukuran *slow desorption*. Berdasarkan hasil pemboran di daerah penelitian ditemukan 12 lapisan (*seam*) batubara dengan ketebalan berkisar antara 0,35 s.d. 2,20 m pada kedalaman terletak antara 8,35 s.d. 389,30 m. Pengukuran kandungan gas di daerah penelitian hanya dilakukan pada 6 lapisan (*seam*) batubara yang ditemukan di kedalaman 235,05 s.d. 389,30 m dikarenakan pada kedalaman tersebut diperkirakan kandungan gas metana batubara memiliki potensi yang cukup baik. Ketebalan batubara yang dilakukan pengukuran kandungan gasnya berkisar antara 0,38 s.d. 2,20 m dengan notifikasi lapisan (*seam*) batubara dari bawah ke atas yaitu C, E, F, H, I dan J. Hasil pengukuran kandungan gas metana batubara di daerah penelitian bervariasi antara 5,07 s.d. 102,75 *standard cubic feet/ton* atau 0,14 s.d. 3,19  $m^3/ton$  dengan nilai kalori berkisar antara 2,357 s.d. 6,840 *kcalori/gr*.

Kata kunci : Gas metana batubara, Kandungan Gas, Cekungan Pasir, Kalimantan Timur.

Kisman dan Bambang Pardiarto (Pusat Sumber Daya Geologi)

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA UNSUR TANAH JARANG DALAM ENDAPAN BAUKSIT DI DAERAH SANDAI, KABUPATEN KETAPANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

BSDG November 2014 Vol. 9 No. 3 Hal. 161 – 172

Keberadaan unsur tanah jarang (UTJ) atau *rare earth element (REE)* di Indonesia belum diketahui secara menyeluruh. Salah satu lokasi keterdapatn 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.

Lia Novalia Agung (Pusat Sumber Daya Geologi)

**POTENSI NILAI TAMBAH MINERAL IKUTAN PADA WILAYAH BEKAS TAMBANG BIJIH BESI LATERIT DI KECAMATAN MANTEWE DAN KECAMATAN SIMPANG EMPAT, KABUPATEN TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

BSDG November 2014 Vol. 9 No. 3 Hal. 173 – 184

Wilayah bekas tambang kemungkinan masih memiliki potensi bahan galian untuk diusahakan baik bahan galian utama yang tidak tertambang/tertinggal maupun bahan galian lain dan mineral ikutannya. Penelitian potensi nilai tambah mineral ikutan di wilayah bekas tambang bijih besi laterit untuk mengetahui potensi dan prospek nilai tambah mineral ikutan dilakukan sebagai upaya mendorong pemanfaatan produk samping dari mineral utama bijih besi laterit. Pengambilan conto bijih besi laterit dilakukan di dua lokasi yaitu di daerah Mantewe dan Simpang Empat, Kabupaten Tanah Bumbu dengan metode pemercoan singkapan dan comot.

Dari hasil analisis *X-Ray Fluorescence* diketahui terdapat mineral ikutan berupa logam Ni, Co, dan Cr dengan kadar 0,1160% s.d. 1,1100% Ni, 0,0061% s.d. 0,9000% Co dan 0,5823% s.d. 3,7200% Cr. Nilai ekonomi logam tersebut di daerah Mantewe dan Simpang Empat berdasarkan asumsi potensi dan harga komoditas yaitu

## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : November 2014

ISSN 1907 – 5367

logam Ni antara 64.200.280 USD sampai dengan 165.786.400 USD, Co antara 4.605.120 USD s.d. 143.816.400 USD, dan Cr antara 4.827.023 USD s.d. 1.874.969 USD. Nilai ekonomi logam di dua daerah tersebut cukup signifikan dan dapat memberikan nilai tambah mineral ikutan, perlu pengolahan dan pemurnian lebih lanjut karena kondisinya masih terikat sebagai bijih, konsentrat besi dan *tailing*.

Kata kunci: bijih besi laterit, mineral ikutan, nilai tambah mineral ikutan, dan produk samping.

Rohadian Yosep (Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur),  
Wahyu Sugiarto (PT Sagita Energi, Berau),  
Dede Ibnu Suhada (Pusat Sumber Daya Geologi)

KARAKTERISTIK BATUBARA PADA FORMASI SEMBAKUNG DI DAERAH SEGAH, KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

BSDG November 2014 Vol. 9 No. 3 Hal. 185 – 192

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik batubara pada Formasi Sembakung dengan metode pemetaan lapangan dan analisis kualitas batubara berupa analisis proksimat dan analisis nilai kalori. Hasil penelitian lapangan menemukan enam lapisan batubara pada Formasi Sembakung dengan ketebalan berkisar antara 0,92 meter s.d.1,40 meter. Kualitas batubara ditunjukkan oleh nilai rerata kelembaban 2,75 % (adb), kandungan zat terbang 20,96 % (adb), karbon tertambat 44,08 % (adb), kandungan abu 32,24 % (adb), sulfur total 6,27 % (adb). Nilai kalori berkisar antara 2.539 cal/gr s.d 6.212 cal/gr. Batubara termasuk dalam jenis *subbituminous* sampai *bituminous* (*low volatile*).

Kata kunci : Berau, daerah Segah, Formasi Sembakung, karakteristik batubara.



Kawah Volgesang Gunung Kaba, salah satu kawah termuda di puncak Gunung Kaba dengan kedalaman lebih dari 300 m. (Andri Eko Ariwibowo, 2010)



Foto diambil pada saat kegiatan survei aliran panas di daerah panas bumi Bittuang, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. Objek foto berada di sebelah selatan manifestasi panas bumi Bittuang. (Dikdik Risdiyanto, 2012)



Morfologi kerucut Gunung Lawu difoto dari lereng Gunung Jobolarangan.  
(Dudi Hermawan, 2009)



Singkapan Batulempung di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan.  
(Ganjar Labaik, 2012)



Singkapan batugamping yang terkikis oleh air laut di daerah wisata pantai Baron, Gunung Kidul, Yogyakarta. (Elang Somantri, 2009)



Daerah Aripan terkenal sebagai penghasil bata berkualitas di Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan bata yakni *sabastone* atau hasil pelapukan batuan granit berupa lempung yang banyak mengandung felspar. (Zulfikar, 2013)



Hiasan batuan sedimen yang menyerupai jamur, koleksi Museum Karangsembung (Untung Triono, 2009)



Sinter karbonat/travertin yang terbentuk di tengah kawasan hutan konservasi Dolok Tinggi Raja, Daerah Panas bumi Dolok Marawa, Kab. Simalungun, Sumatera Utara. (Sri Widodo, 2006)

**PEDOMAN PENULISAN**  
Makalah/karya tulis ilmiah  
BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

**ISI DAN KRITERIA UMUM**

Naskah makalah/karya tulis ilmiah untuk publikasi di Buletin Sumber Daya Geologi dapat berupa artikel hasil penelitian, ulasan balik (*review*) dan ulasan/tinjauan (*feature*) tentang geologi baik sains maupun terapan terutama berkaitan dengan tugas pokok dan fungsi Pusat Sumber Daya Geologi. Naskah yang diajukan belum pernah dipublikasikan atau tidak sedang diajukan pada publikasi lain.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris sesuai kaidah masing-masing bahasa yang digunakan. Judul naskah ditulis dengan huruf besar (*capital*) di tengah atas halaman dan di cetak tebal (*bold*). Naskah harus selalu dilengkapi dengan Sari dalam bahasa Indonesia dan *Abstract* dalam bahasa Inggris. Kata-kata bahasa asing yang tidak dapat dialihbahasa/disadur dicantumkan dalam bentuk asli dan ditulis dengan huruf miring (*italic font*).

**FORMAT**

**UMUM**

Seluruh bagian dari naskah termasuk Sari, *Abstract*, judul tabel dan gambar, catatan kaki tabel, keterangan gambar dan daftar acuan diketik satu spasi dalam bentuk *electronic file* dan dicetak pada kertas HVS A4; menggunakan huruf Arial berukuran 11 (sebelas) point. Setiap lembar tulisan dalam naskah diberi nomor halaman dengan jumlah maksimum 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Susunan naskah dibuat sebagai berikut :

NO	POKOK BAHASAN	POKOK PIKIRAN
I	<b>Judul</b> ( <i>Title</i> )	Pada halaman judul makalah/karya tulis dicantumkan nama setiap penulis dengan jumlah penulis maksimum 5 (lima) orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disarankan dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta e-mail.
II	<b>Sari dan <i>Abstract</i></b>	Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah seperti latar belakang (yaitu berupa alasan ilmiah ataupun alasan keperluan penting mengapa tulisan ini dipublikasikan), obyek yang diteliti, permasalahan riset, tujuan riset, kegunaan hasil riset, metode yang digunakan dalam mencapai solusi riset tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dari setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Sari dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara <i>Abstract</i> tercantum di bawah Sari; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/ <i>keyword</i> yang ditulis di bawah Sari/ <i>Abstract</i> , terdiri dari 4 (empat) hingga 6 (enam) kata. <i>Abstract</i> atau sari yang ditulis di bawah sari atau <i>abstract</i> menggunakan italic font.

<p><b>III</b></p>	<p><b>Pendahuluan</b> (<i>Introduction</i>)</p>	<p>Bab ini dapat berisi latar belakang (alasan ilmiah dan maksud penelitian fenomena aktual bermasalah sebagai tema sentral penelitian), masalah aktual yang perlu solusi, pengantar tentang profil wilayah/lokasi kajian/riset, tujuan penelitian, spesifik, metode riset, hipotesis (kalau ada) dengan gaya bahasa lebih populer dengan bab dan sub-bab tidak perlu menggunakan nomor. Bab berisi pernyataan yang mencukupi hingga sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis.</p>
<p><b>IV</b></p>	<p><b>Metode</b> (<i>Method</i>)</p>	<p>Metode yang digunakan harus spesifik dan jelas, mencakup uji-uji hipotesis atau model-model uji statistik, dapat menghimpun data primer/<i>sampling</i>, cara pengukuran dan komputasi.</p>
<p><b>V</b></p>	<p><b>Hasil Analisis</b> (<i>Results and Analysis</i>).</p>	<p>Berisi hasil-hasil penyelidikan/penelitian yang disajikan dengan tulisan, tabel, grafik, gambar maupun foto; diberi nomor secara berurutan. Hindarkan penggunaan grafik secara berlebihan apabila dapat disajikan dengan tulisan secara singkat. Pencantuman foto atau gambar tidak berlebihan dan hanya mewakili hasil penemuan. Semua tabel, grafik gambar dan foto yang disajikan harus diacu dalam tulisan dengan keterangan yang jelas dan dapat dibaca. Font huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 (enam) point</p>
<p><b>VI</b></p>	<p><b>Pembahasan atau Diskusi</b> (<i>Discussion</i>).</p>	<p>Berisi tentang interpretasi dan bahasan singkat mengenai penjabaran hasil verifikasi/validasi yang ditekankan kepada kejelasan penelitian, keterlibatan aneka variabel dan peristiwa atau produk dari penelitian tersebut.</p>
<p><b>VII</b></p>	<p><b>Kesimpulan dan Saran.</b> (<i>Conclusions and Recommendation</i>)</p>	<p>Berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji hipotesis tentang penelitian, dan berisi segitiga konsistensi (masalah, tujuan dan kesimpulan)</p>
<p><b>VIII</b></p>	<p><b>Ucapan Terima Kasih</b> (<i>Acknowledgements</i>)</p>	<p>Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penyelidikan/penelitian dan untuk pernyataan penghargaan kepada institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penyelidikan/penelitian dan penulisan makalah/karya tulis</p>
<p><b>IX</b></p>	<p><b>A c u a n</b> (<i>References</i>)</p>	<p>Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun (Harvard), nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (surname), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis ditulis dengan huruf miring (<i>italic font</i>)</p>

**Beberapa contoh penulisan sumber acuan :****Jurnal**

Harvey, R.D. dan Dillon, J.W., 1985. Maceral distribution in Illinois coals and their palaeoenvironmental implication. *International Journal of Coal Geology*, 5, h.141-165.

**Buku**

Petters, W.C., 1987. *Exploration and Mining Geology*. John Willey & Sons, New York, 685 h.

**Bab dalam Buku**

Chen, C.H., 1970. Geology and geothermal power potential of the Tatan volcanic region. Di dalam : Barnes, H.L. (ed.), 1979. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons, New York, h.632-683.

**Prosiding**

Suwarna, N. dan Suminto, 1999. Sedimentology and Hydrocarbon Potential of the Permian Mengkarang Formation, Southern Sumatera. *Proceedings Southeast Asian Coal Geology*, Bandung.

**Skripsi/Tesis/Disertasi**

DAM, M.A.C., 1994. *The Late Quarternary evolution of The Bandung Basin, West Java, Indonesia*. Ph.D Thesis at Dept. of Quarternary Geology Faculty of Earth Science Vrije Universitet Amsterdam, h.1-12.

**Informasi dari Internet**

Cantrell, C., 2006. *Sri Lanka's tsunami drive blossom : Local man's effort keeps on giving*. [Http://www.boston.com/news/local/articles/2006/01/26/sri\\_lankas\\_tsunami\\_Drive\\_blossoms/](http://www.boston.com/news/local/articles/2006/01/26/sri_lankas_tsunami_Drive_blossoms/)[26 Jan 2006].

**WEWENANG REDAKSI**

- Redaksi berwenang penuh melakukan penyuntingan atas naskah yang akan dipublikasikan tanpa merubah substansi isi naskah.
- Redaksi mempunyai hak dan wewenang penuh untuk menolak naskah dengan isi dan format yang tidak sesuai dengan pedoman penulisan Buletin Sumber Daya Geologi dan tidak berkewajiban untuk mengembalikan naskah tersebut.

**PENGIRIMAN NASKAH**

Penulis dimohon untuk mengirimkan 1 (satu) eksemplar naskah asli baik hard copy maupun soft copy kepada :

Sekretariat Buletin Sumber Daya Geologi  
Sub Bidang Pengembangan Informasi  
Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung  
Telepon. (022) 520 2698, 522 6270  
Fax. (022) 522 6270, 522 6263



LEMBAGA  
ILMU PENGETAHUAN  
INDONESIA

**P2  
MI**  
Panitia  
Penilai  
Majalah  
Ilmiah



**KAN**  
Komite Akreditasi Nasional  
Lembaga Ilmu Pengetahuan  
Indonesia  
LISMA 016 IDN

# SERTIFIKAT

Nomor: 424/AU/P2MI-LIPI/04/2012

## Akreditasi Majalah Ilmiah

Kutipan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Nomor 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012

**Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi**

**ISSN : 1907-5367**

**Penerbit : Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi,  
Kementerian ESDM**

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

## TERAKREDITASI

Akreditasi sebagaimana tersebut di atas berlaku selama 3 (tiga) tahun

Cibinong, 24 April 2012

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

→ Prof. Dr. Rochadi  
NIP 195007281978031001

Alamat Redaksi :  
Buletin Sumber Daya Geologi  
Bidang Informasi  
Jalan Soekarno-Hatta No. 444 Bandung, 40254  
Telp. (022) 5226270, 5202698, Fax. (022) 5206263,  
Website : [www.esdm.go.id/](http://www.esdm.go.id/), <http://psdg.bgl.esdm.go.id/>,  
e-mail : [psdg@bgl.esdm.go.id](mailto:psdg@bgl.esdm.go.id)





Alamat Redaksi :  
Buletin Sumber Daya Geologi  
Bidang Informasi  
Jalan Soekarno-Hatta No. 444 Bandung, 40254  
Telp. (022) 5226270, 5202698, Fax. (022) 5206263,  
Website : [www.esdm.go.id/](http://www.esdm.go.id/), <http://psdg.bgl.esdm.go.id/>,  
e-mail : [psdg@bgl.esdm.go.id](mailto:psdg@bgl.esdm.go.id)

