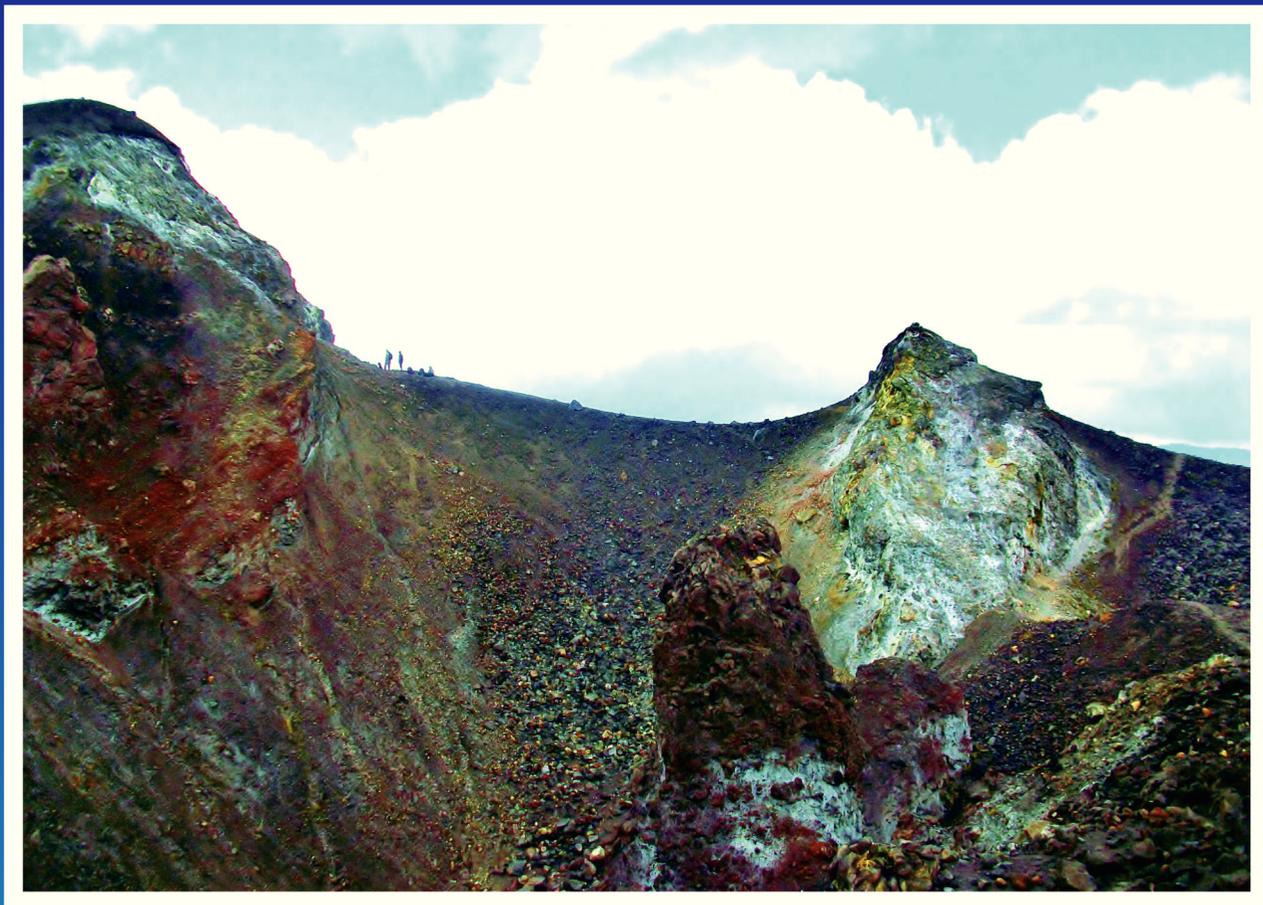


ISSN 1907-5367

# **buletin**

## **SUMBER DAYA GEOLOGI**

Volume 8 No. 1, Mei 2013



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

**Badan Geologi**

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 8	No. 1	Halaman 1 - 40	Bandung Mei 2013	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah kutipan keputusan kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012
--------------------------------	--------	-------	-------------------	---------------------	--

**KETERANGAN SAMPUL DEPAN**

Lokasi berada di puncak Gunung Batur, Bali di salah satu Kawah yang masih aktif. Terlihat rombongan tim yang akan sampling gas dengan latar batuan teralterasi dan sublimasi belerang di bagian atas sedangkan di dasar kawah terdapat sisa pipa vulkanik lava basalt yang membentuk tiang sisa erupsi Gunung Batur

### DAFTAR ISI

#### MAKALAH ILMIAH

- 1 - 6      **SERPIH SILAT DAERAH NANGASERAWAI, KABUPATEN SINTANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT DAN POTENSINYA SEBAGAI SERPIH GAS**  
Oleh : Robert L. Tobing
- 7 - 14     **KARAKTERISTIK GEOKIMIA MANIFESTASI PANAS BUMI DAERAH SAMPURAGA, KABUPATEN MANDAILING NATAL, SUMATERA UTARA**  
Oleh : Dedi Kusnandi, Nova Novelyarisyanti, Rizka Novianda
- 15 - 26    **POTENSI ENDAPAN PASIR BESI DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT, PROVINSI LAMPUNG**  
Oleh : Soepriadi, Nadhirah Seraphine, Dyah Manis Novihasari
- 27 - 32    **PEMODELAN INVERSI 3D GAYA BERAT DAN MAGNET PADA SISTEM PANAS BUMI DAERAH JABOI, PULAU WEH, PROVINSI ACEH**  
Oleh : Ahmad Zarkasyih dan Edi Suhanto
- 33 - 40    **UJI PENGOLAHAN DENGAN ALAT *KNELSON CONCENTRATOR* TERHADAP BIJIH EMAS PRIMER DAERAH KEDONDONG, LAMPUNG SELATAN**  
Oleh : Lili Tahli

#### SARI MAKALAH

Oleh : Redaksi

#### GALERI FOTO

Oleh : Rizki Novri Wibowo S.Ds

#### PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

## SERPIH SILAT DAERAH NANGASERAWAI, KABUPATEN SINTANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT DAN POTENSINYA SEBAGAI SERPIH GAS

Oleh:

**Robert Lumban Tobing**

Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No.444, Bandung

### SARI

Serpih Silat termasuk di dalam Cekungan Melawi yang terendapkan pada lingkungan lakustrin dan delta. Satuan ini tersusun oleh batuan serpih berwarna abu-abu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus berwarna kelabu kekuningan.

Hasil analisis geokimia organik dan maseral pada conto serpih terindikasi mengandung material organik dengan kategori sedang-baik. Material organik tersebut terdiri dari maseral vitrinit dan liptinit. Maseral vitrinit berasal dari tumbuhan tinggi, dan maseral liptinit berasal dari lemak tanaman atau alga laut. Berdasarkan hasil analisis TOC, kandungan organik pada serpih tersebut berkisar 0,54 -1,15%, yang merupakan kerogen tipe III dan campuran antara kerogen tipe II/III. Kerogen tipe III memiliki kecenderungan untuk menghasilkan gas, sedangkan campuran kerogen tipe II/III memiliki kecenderungan menghasilkan gas dan minyak.

**Kata kunci:** geokimia organik, kematangan, kerogen, lemak tanaman, maseral, organik, petrografi, serpih gas.

### ABSTRACT

*Silat shale was deposited on lacustrine and delta environment in Melawi Basin. It composed of blackish-brownish gray shale, with laminated structures, shally, hard and brittle. Locally intercalated with yellowish gray of fine sandstone*

*Organic geochemistry and maceral analyses indicate fair to good organic material content, which consists of vitrinite and liptinite maceral. Vitrinite maceral is organic matter derived from taller plants, while liptinite maceral derived from marine algae or fat of plants. TOC analysis ranges from 0.54 to 1.15%, with type III kerogen and mixture of kerogen type II/III. Kerogen type III tends to produce gas, whilst kerogen type II/III tends to produce gas and oil.*

**Key words:** shale gas, organic geochemistry, organic, petrography, maceral, kerogen, maturity.

### PENDAHULUAN

Ketergantungan pada minyak dan gas bumi konvensional sebagai sumber energi utama, diiringi dengan kenaikan dan tingginya harga minyak dan menurunnya cadangan minyak dalam negeri, menyebabkan perlunya menemukan sumber energi baru sebagai energi pengganti. Serpih gas merupakan salah satu sumber energi nonkonvensional pengganti minyak dan gas bumi konvensional.

Sumber daya gas di alam dibagi dalam dua kategori yaitu gas konvensional dan nonkonvensional. Gas konvensional adalah tipe gas yang ditemukan di dalam reservoir dengan permeabilitas lebih besar dari 1 millidarcy (mD) dan dapat diekstrak melalui teknik tradisional yang relatif mudah dan biaya yang lebih murah. Sebaliknya, gas nonkonvensional adalah gas

yang ditemukan di dalam reservoir dengan permeabilitas relatif kecil atau kurang dari 1 mD dan tidak dapat diekstrak dengan metode tradisional. Rendahnya nilai permeabilitas pada reservoir gas nonkonvensional menyebabkan gas tersebut hanya dapat dieksploitasi dengan teknik khusus, salah satunya adalah *fracture stimulation (fracking)* agar dapat diproduksi dan memiliki nilai komersial.

Menurut Yen dan Chilingarian (1976), formasi batuan yang mengandung endapan serpih pada umumnya terendapkan dalam suatu lingkungan yang tenang, baik lingkungan air asin dan air tawar, danau, delta dan rawa-rawa. Kandungan material organik serpih umumnya berasal dari alga dan sisa-sisa tetumbuhan.

Tulisan ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik serpih silat di daerah Nangaserawai dan sekitarnya (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi daerah penyelidikan

**Geologi Daerah Penelitian**

Morfologi daerah penelitian tersusun oleh perbukitan bergelombang sedang, landai, dan pedataran. Morfologi perbukitan bergelombang sedang menempati bagian barat-tengah daerah penelitian dengan ketinggian 400-650 meter dari permukaan laut (m dpl). Sungai yang mengalir di lokasi ini mempunyai pola aliran subparalel dengan erosi vertikal. Perbukitan bergelombang landai menempati bagian timur-tenggara dengan ketinggian berkisar 150-400 meter dari permukaan laut, serta daerah pedataran menempati bagian selatan dan utara

dengan ketinggian <150 meter dari permukaan laut. Pola aliran sungai di lokasi ini memiliki pola aliran *meandering* dengan erosi lateral.

Stratigrafi di daerah penelitian tersusun oleh batuan sedimen berumur Eosen Akhir-Holosen. Urutan formasi dari yang tua ke muda adalah Serpih Silat (Tesi) berumur Eosen Atas, Formasi Payak (Teop) berumur Eosen Atas-Oligosen, Formasi Tebidah (Tot) berumur Oligosen Atas-Miosen Bawah, Terobosan Sintang berumur Oligosen-Miosen Bawah, dan Aluvium berumur Holosen (Gambar 2).

KORELASI SATUAN BATUAN								
MASA	ZAMAN	KALA	Juta Tahun	End. Sedimen	Batuan Terobosan			
KENOZOIKUM	KUARTER	HOLOSEN	(0.01)	Qa				
		PLISTOSEN				ATAS		
						TENGAH		
			BAWAH					
		TERSIER	KALA	(1.6)			Tot Teop Tesi	Toms
				MIOSEN				
	ATAS		(11.3)					
	TENGAH		(16.2)					
	BAWAH		(23.7)					
	OLIGOSEN		(36.5)					
	EOSEN		(57.6)					
	PALEOSEN							

Gambar 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian.

Struktur geologi yang berkembang adalah struktur lipatan berupa sinklin dan antiklin dengan sumbu lipatan berarah baratdaya-timurlaut, serta sesar geser menganan (*dextral*) berarah baratdaya-timurlaut dan utara-selatan.

## Metode

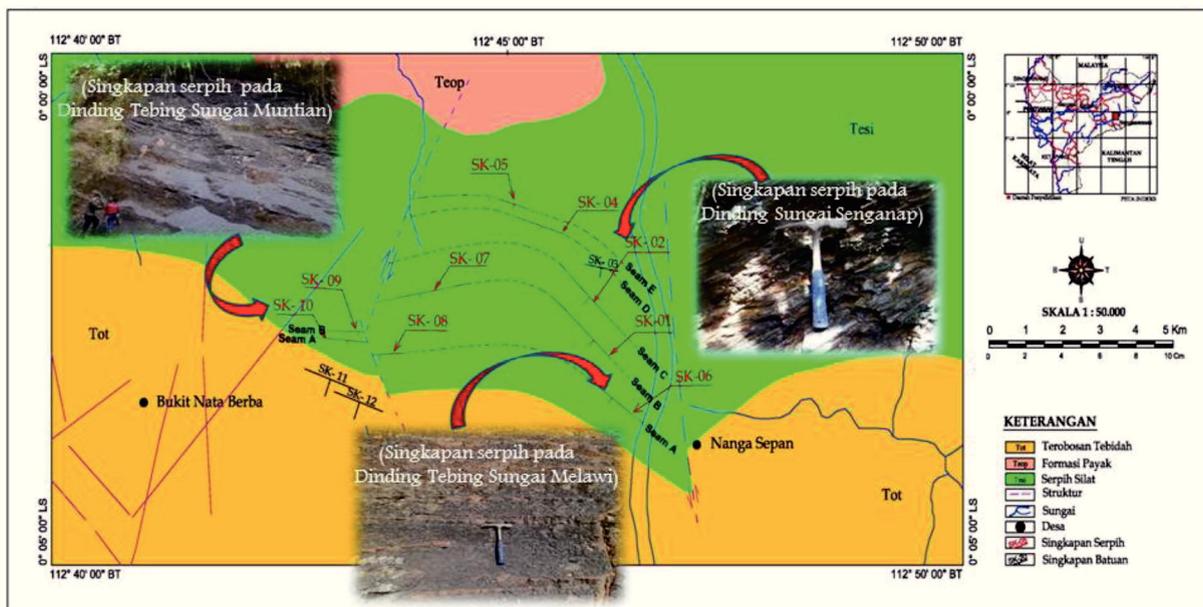
Metode penelitian yang akan dilakukan adalah menganalisis, mengkompilasi, dan mengestimasi data hasil analisis TOC (*Total Organic Carbon*), pirolisis, retort, analisis maseral dan Rv (Reflektansi vitrinit) conto serpih. Analisis TOC bertujuan untuk mengetahui kekayaan/kelimpahan material organik, analisis pirolisis, maseral, dan Rv bertujuan untuk mengetahui tipe kerogen, kematangan, serta potensi material organik untuk menghasilkan hidrokarbon, sedangkan analisis *retort* merupakan suatu metode estimasi kandungan minyak yang dapat dihasilkan dari conto batuan melalui proses pemanasan hingga mencapai

temperatur 550°C (Waples, 1985).

## HASIL ANALISIS

### Data Lapangan

Dari hasil pemetaan geologi di lapangan, ditemukan 9 lokasi singkapan serpih. Singkapan-singkapan tersebut ditemukan pada tebing jalan yang telah terkupas dan dinding sungai. Secara megaskopis, lapisan serpih yang ditemukan berwarna kelabu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus, berwarna kelabu-kekuningan. Diperkirakan endapan serpih di lokasi ini terdiri dari 5 lapisan (*seam*), masing - masing lapisan diberi notasi seam A, B, C, D, dan E dengan ketebalan lapisan berkisar 1-15 meter. Secara umum, lapisan serpih ini memiliki jurus (*strike*) berarah tenggara-baratlaut, serta kemiringan (*dip*) berarah baratdaya (Gambar 3).



Gambar 3. Foto dan peta lokasi singkapan Serpih di daerah penelitian.

## Data Laboratorium

Kekayaan material organik conto serpih Formasi Serpih Silat ditentukan dengan analisis maseral dan analisis TOC.

Berdasarkan terminologi Hutton (2006), secara mikroskopik, maseral organik conto serpih didominasi oleh maseral vitrinit dan liptinit berkisar <math><0,1-0,49\%</math>, dan inertinit <math><0,1\%</math>. Komponen mineral di dalam conto serpih terdiri dari pirit berkisar 0,1-0,49%, dan oksida besi berkisar <math><0,1-9,99\%</math>.

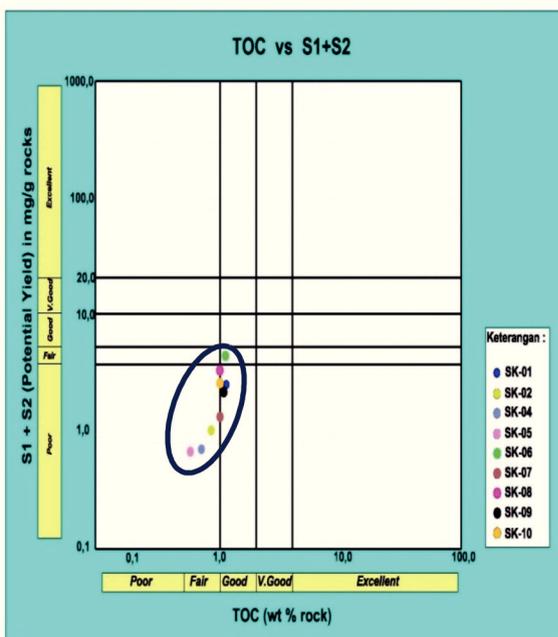
Berdasarkan data hasil analisis TOC (Tabel 1), mengindikasikan bahwa conto serpih mengandung karbon organik berkisar 0,54 -

1,15%. Terdapat 4 conto yang memiliki kandungan material organik 0,5 - 1%, (Kode Conto SK-02, SK-04, SK-05, dan SK-07), serta 5 conto dengan kandungan material organik berkisar 1,0-2,0% (Kode Conto SK-01, SK-06, SK-08, SK-09 dan SK-10).

Penggunaan parameter TOC dan PY (S1+S2) berupa plot silang pada diagram TOC terhadap PY (Gambar 4) memperlihatkan bahwa kekayaan material organik dan potensi conto serpih untuk menghasilkan hidrokarbon termasuk dalam kriteria sedang-baik (*fair-good*) sebagai batuan sumber.

Tabel 1.  
Hasil Analisis TOC, pirolisis, maseral, Rv, dan *retort* conto batuan serpih di lokasi penelitian.

KODE	MINYAK (L/TON)	TOC (%)	S1	S2	S3	Tmaks (°C)	PI	PY	HI	OI	Maseral (%)			
											Rv	Liptinit	Vitrinit	Inertinit
SK-01	0	1,15	0,54	1,98	1,08	452	0,21	2,52	173	94	-	-	-	<0,1
SK-02	0	0,8	0,18	0,81	0,67	451	0,18	0,99	102	84	0,45	<0,1	0,1-0,49	<0,1
SK-04	0	0,66	0,17	0,48	0,6	461	0,26	0,65	72	92	-	-	-	-
SK-05	0	0,54	0,13	0,56	0,63	452	0,19	0,69	102	116	-	-	-	-
SK-06	1	1,15	0,50	3,77	0,37	445	0,12	4,27	327	32	0,29	0,1-0,49	<0,1	<0,1
SK-07	0,5	1	0,42	0,85	0,44	445	0,33	1,27	85	44	-	0,1-0,49	<0,1	<0,1
SK-08	0	1,06	0,76	2,58	0,27	443	0,23	3,34	243	26	0,35	<0,1	<0,1	<0,1
SK-09	0	1,12	0,87	1,28	0,31	442	0,41	2,15	114	28	-	-	-	-
SK-10	0	1,02	0,78	1,74	0,33	446	0,31	2,52	170	32	-	-	-	-



Gambar 4. Plot silang antara nilai TOC dan PY

Tipe material organik akan ditentukan berdasarkan data hasil analisis maseral, nilai HI (Hidrogen Indeks) dan OI (Oksigen Indeks). Tipe material organik merupakan cerminan dari maseral-maseral penyusun pada batuan sedimen.

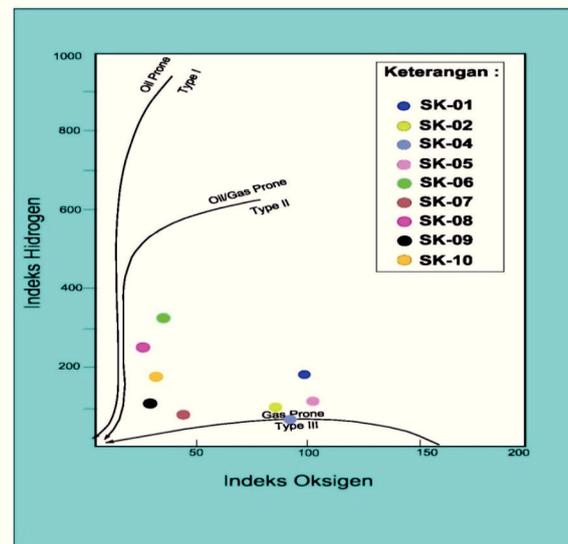
Berdasarkan hasil analisis maseral, conto serpih didominasi oleh maseral vitrinit dan liptinit.

Plot silang antara HI dan OI pada diagram van Krevelen (Gambar 5), memperlihatkan bahwa material organik di dalam conto serpih merupakan kerogen tipe III dan campuran antara tipe II/III.

Kematangan material organik conto serpih akan ditentukan berdasarkan nilai Rv dan nilai Tmaks (temperatur maksimum).

Pengukuran Rv yang dilakukan pada conto serpih berkisar 0,29-0,45% (Tabel 1), mengindikasikan bahwa material organik dikategorikan belum matang (*immature*).

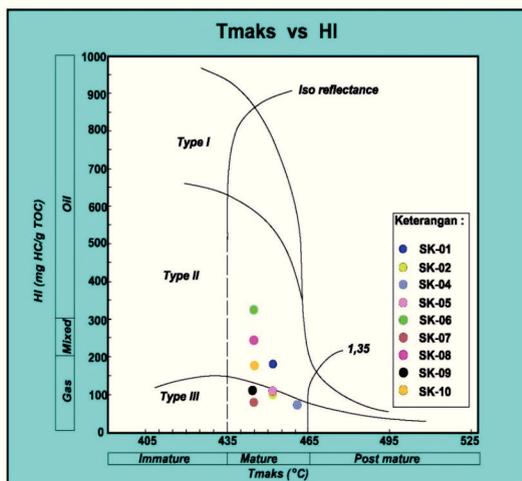
Tahap awal matang material organik berdasarkan nilai Rv adalah sebesar 0,6%, dan puncak kematangan 1,35% (Waples, 1985).



Gambar 5. Plot silang antara nilai HI terhadap OI

Berdasarkan data hasil analisis pirolisis diperoleh nilai Tmaks sebesar 442°C - 461°C (Tabel 1). Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa material organik dikategorikan telah matang. Tahap awal matang material organik dengan analisis pirolisis  $\geq 435^\circ\text{C}$  (Waples, 1985). Plot silang antara Tmaks dan HI pada diagram Tmaks terhadap HI memperlihatkan bahwa conto serpih berada pada tahap matang (Gambar 6).

Dari hasil analisis *retort* yang dilakukan (Tabel 1), menunjukkan dua conto batuan yang menghasilkan minyak, yaitu berkisar 0,5-1 liter/ton batuan, sedangkan 7 conto batuan lainnya tidak menghasilkan minyak. Tingginya nilai TOC dan sedikitnya kandungan minyak yang dihasilkan dari conto batuan mengindikasikan bahwa material organik ditafsirkan memiliki kecenderungan menghasilkan gas.



Gambar 6. Plot silang antara nilai Tmaks dan HI

**DISKUSI**

Serpil Silat termasuk dalam Cekungan Melawi (Williams dan Heryanto, 1986; dalam Harahap dkk., 2003) yang terendapkan pada lingkungan lakustrin dan delta (Margono, dkk., 1995). Tersusun oleh serpil berwarna kelabu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpil, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus berwarna kelabu kekuningan. Lapisan serpil di lokasi ini memiliki ketebalan relatif besar. Ketebalan lapisan dan kenampakan struktur laminasi pada lapisan serpil mencirikan suatu proses sedimentasi yang terjadi secara terus menerus dan terjadi pada lingkungan pengendapan dengan arus relatif tenang (Tissot dan Welte, 1984).

Berdasarkan data hasil analisis TOC diketahui bahwa kekayaan/kelimpahan material organik conto serpil di daerah penelitian adalah berkisar 0,54 - 1,15%. Menurut Waples (1985), batuan sedimen yang memiliki kandungan TOC berkisar 0,5 - 1% tidak memiliki potensi sebagai batuan sumber hidrokarbon yang efektif, sedangkan batuan dengan kandungan antara 1-2% merupakan batuan yang cukup berpotensi sebagai batuan sumber hidrokarbon.

Berdasarkan analisis petrografi organik, diperlihatkan bahwa conto serpil Serpil Silat mengandung material organik yang didominasi oleh vitrinit dan liptinit. Maseral vitrinit merupakan material organik yang berasal dari tumbuhan tinggi dan merupakan kerogen tipe III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas, sedangkan maseral liptinit berasal dari lemak tanaman dan merupakan kerogen tipe II yang memiliki kecenderungan menghasilkan minyak (Waples, 1985).

Menurut Peters dan Cassa (1994), nilai HI berkisar 50-200 mg HC/g TOC merupakan kerogen tipe III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas, sedangkan nilai HI berkisar

200-300 mg HC/g TOC merupakan campuran kerogen tipe II/III yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas dan sedikit minyak.

Hasil analisis pirolisis mengindikasikan bahwa conto serpil berada pada tahap matang (*mature*), akan tetapi, hasil analisis reflektansi vitrinit menunjukkan bahwa conto batuan memiliki nilai Rv sangat rendah dan mengindikasikan ketidakmatangan material organik. Menurut Taylor, dkk; 1998, nilai reflektansi vitrinit pada serpil minyak dan gas atau batuan sumber hidrokarbon sangat rendah. Menurut Subroto (2004), analisis reflektansi vitrinit memiliki kelemahan dalam menentukan tingkat kematangan suatu batuan sumber, hal ini disebabkan oleh maseral vitrinit yang ditemukan pada conto batuan sedimen halus merupakan material organik yang telah tertata ulang atau material lain (bukan vitrinit) yang terpadatkan dan sering teramati sebagai maceral vitrinit, sehingga tingkat kematangan yang teramati tidak sesuai dengan nilai kematangan sebenarnya.

**KESIMPULAN**

Dari uraian di atas, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

- Endapan serpil di daerah penelitian diperkirakan terdiri dari 5 lapisan dengan notasi Seam A, B, C, D, dan E, dengan ketebalan berkisar 1-15 meter.
- Secara umum, lapisan serpil memiliki jurus (*strike*) berarah tenggara-baratlaut, serta kemiringan (*dip*) berkisar 5-32° berarah baratdaya.
- Kekayaan/kelimpahan material organik conto serpil di daerah penelitian berkisar 0,54-1,15% dengan kategori sedang-baik sebagai batuan induk.
- Material organik pada conto batuan merupakan kerogen III dan tipe II/III, yang cenderung menghasilkan gas dan silikit minyak.
- Hasil analisis pirolisis dan *retort* mengindikasikan bahwa material organik pada puncak kematangan memiliki kecenderungan membentuk gas (*gas prone*).
- Nilai Tmaks hasil analisis berkisar 442-461°C mengindikasikan bahwa conto serpil dikategorikan telah matang (*mature*).

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi dan Koordinator Kelompok Penyelidikan Energi Fosil atas dukungannya, serta kepada rekan-rekan kerja yang telah banyak memberikan masukan-masukkan sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, B.H., Bachri, S., Baharuddin., Suwarna N., Panggabean, H., Simanjuntak T.O. 2003. Stratigraphic Lexicon of Indonesia, (Special Publication No. 29), Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Hutton, A.C. 1987. Petrographic classification of oil shales: *International Journal of Coal Geology*, 203-231, Elsevier science publisher B.V., Amsterdam.
- Hutton, A.C. 2006. Organic petrography and classification of oil shales: Oil shales workshop, University of Wollongong, Australia.
- Margono, U., Sujitno, T., Santosa, T. 1995. Peta Geologi Lembar Tumbanghram, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Peters, K.E., and Cassa, M.R. 1994. Applied Source Rock Geochemistry: The Petroleum System From Source Rock to Trap, AAPG, Memoirs 60.
- Subroto, E.A. 2004. Pengenalan Geokimia Minyak Bumi, Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Taylor, G.H., Teichmuller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P. 1998. Organic Petrology: A New Handbook Incorporating Some Revised Parts of Stach's Textbook of Coal Petrology, Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Tissot, B.P., and Welte, D.H. 1984. Petroleum formation and occurrence, Springer Verlag, Berlin.
- Waples, D.W. 1985. Geochemistry in petroleum exploration, International Human Resources Development Corporation, Boston.

Diterima tanggal 9 Februari 2013  
Revisi tanggal 10 April 2013

## KARAKTERISTIK GEOKIMIA MANIFESTASI PANAS BUMI DAERAH SAMPURAGA, KABUPATEN MANDAILING NATAL, SUMATERA UTARA

Oleh:

\*Dedi Kusnadi, \*\*Nova Novelyarisanti, \*\*Rizka Novianda.

\*Pusat Sumber Daya Geologi,

Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254

\*\*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor

### SARI

Penyelidikan dilakukan di daerah Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Di daerah tersebut ditemukan dua sumber mata air panas berdekatan dengan derajat keasaman (pH) yang berbeda. Penyelidikan yang dilakukan meliputi pengukuran pH, suhu, debit, daya hantar listrik, dan luas manifestasi mata air panas. Dilakukan juga analisis geokimia air seperti anion, kation, dan isotop terhadap conto lapangan di laboratorium serta membandingkan reaksi kimia yang terjadi antara air panas ber-pH asam dengan netral.

Dari beberapa mata air panas bertemperatur tinggi yang ada di Sampuraga, suhu tertinggi terdapat di lokasi Sampuraga 2 yaitu 100,8°C. pH air panas di lokasi ini berkisar dari asam sampai netral dengan debit cukup besar (1- 4 l/detik). pH dan temperatur berperan dalam mekanisme reaksi kimia yang terjadi. Berdasarkan pendugaan geotermometer air NaK didapatkan perkiraan temperatur reservoir sebesar 233°C yang termasuk ke dalam temperatur tinggi.

**Kata kunci :** air klorida, derajat keasaman, manifestasi panas bumi, sinter karbonat, temperatur tinggi.

### ABSTRACT

*The object of this research is hot spring located in Sampuraga area, Mandailing Natal Regency, North Sumatera Province. This research is conducted due to the fact that there are two hot spring with different pH in closed distance. Fieldwork consist of measuring pH, temperature, water discharge, electric conductivity, and the wide area of each hot spring. Geochemical analyses such as anion, cation, and isotop were conducted to the samples of water. Comparison of chemical reaction between acid and neutral pH was also conducted in the laboratory.*

*Sampuraga hot spring number 1,2,3 and 4 show high temperature (100.8°C), acid - neutral pH, and quite high water discharge (1, 2 and 4 l/s). pH and temperature control the mechanism of chemical reaction. Based on the NaK water geothermometer, the temperature of reservoir is estimated at 233°C, which is classified as high temperature.*

**Keywords :** acidity, carbonate sinter, chloride water, geothermal manifestations, high temperature.

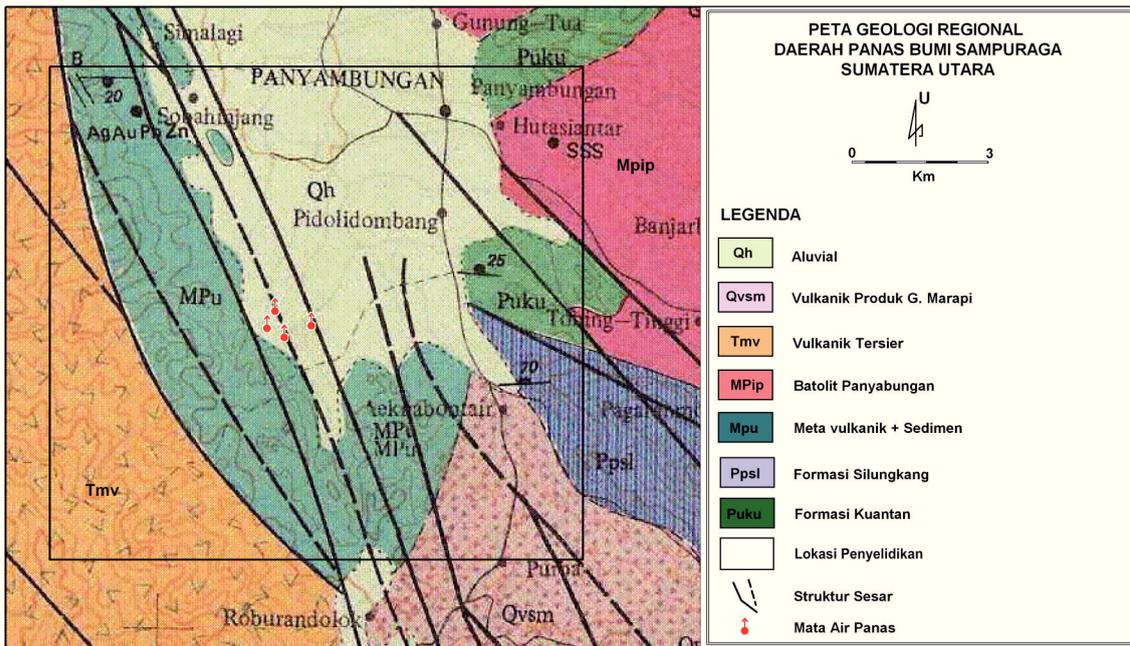
### PENDAHULUAN

Penyelidikan dilakukan di daerah Sampuraga, Kecamatan Longat, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Manifestasi panas bumi di daerah ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya mata air panas ber-pH asam pada temperatur relatif tinggi (97°C) dan mata air panas yang bertemperatur tinggi (97-100.8°C) dengan pH asam – netral. Air panas disini termasuk dalam tipe air klorida dengan konsentrasi bikarbonat, kandungan SO<sub>4</sub> yang cukup signifikan serta ditemukannya sinter karbonat.

Tujuan penyelidikan ini adalah untuk mengetahui karakteristik geokimia manifestasi panas bumi pada daerah Sampuraga.

#### Geologi Daerah Penyelidikan

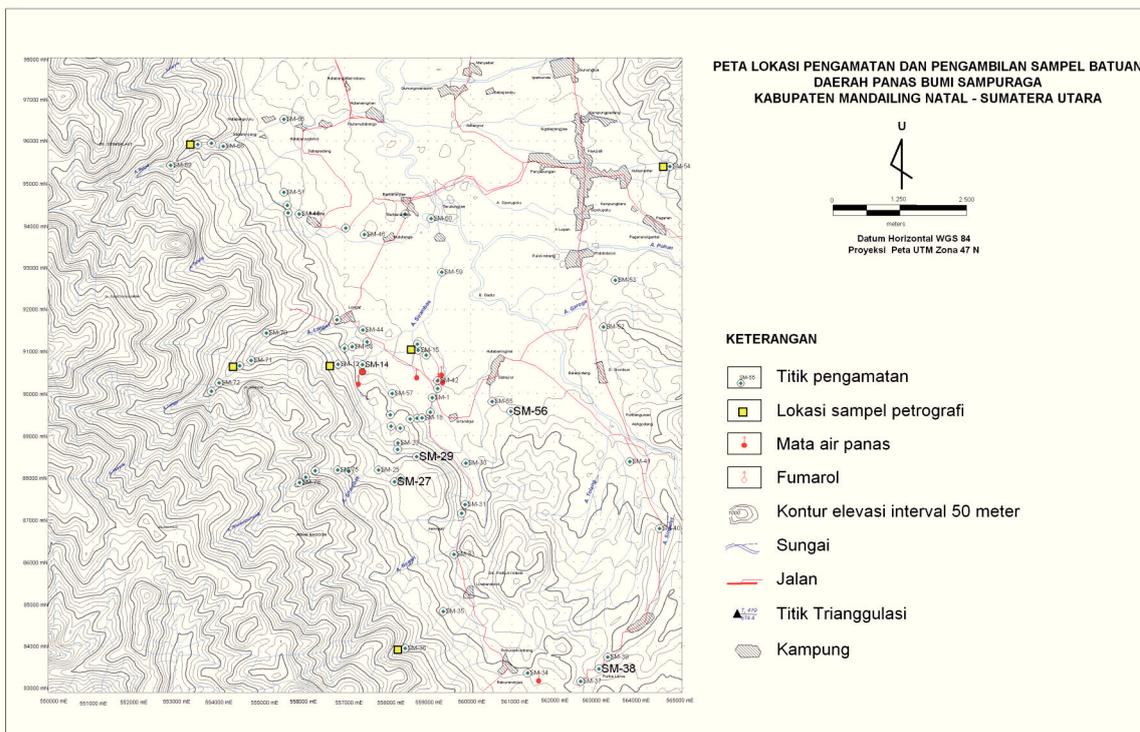
Aldiss, dkk (1983) menyatakan bahwa secara regional daerah penyelidikan tersusun dari Formasi Silungkang dan Formasi Kuantan, batuan gunungapi, batuan terobosan, dan metasedimen yang berumur Paleozoik – Kenozoik (Kuartar). Mata air panas berada pada endapan aluvial dan diperkirakan muncul karena di bawahnya terdapat Batolit Panyambungan (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Panas Bumi Sampuraga dan sekitarnya, Sumatera Utara (modifikasi dari Aldis dkk, 1983)

Struktur geologi pada daerah penyelidikan berarah barat laut - tenggara. Analisis pada citra satelit menunjukkan bahwa struktur geologi di daerah penyelidikan didominasi sesar normal yang membentuk

Graben Panyambungan berarah barat laut-tenggara serta sesar geser. Sesar normal ini diperkirakan memicu keluarnya sejumlah mata air panas di lokasi penyelidikan (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Lokasi Pengamatan dan Pengambilan Contoh Batuan Daerah Panas Bumi Sampuraga dan sekitarnya, Sumatera Utara

## Metode

Metode yang dipakai dalam penyelidikan berupa pengukuran pH, suhu, debit, daya hantar listrik, dan pengukuran luas manifestasi air panas Sampuraga. Selain itu dilakukan analisis geokimia air seperti anion, kation, dan isotop terhadap conto lapangan di laboratorium.

Dilakukan juga interpretasi data hasil analisis laboratorium, melalui perbandingan reaksi kimia yang melibatkan senyawa alumina-alumina dalam kondisi pH netral dan pH asam (Chen dan Brantley, 1997; Gigenbach, 1998; Grasby, dkk, 2000; Martin, dkk, 2000).

Tabel 1.  
Data Lapangan Geokimia panas bumi

No.	Nama	Kode	Koordinat (UTM)		EI (m)	T. ud (°C)	T.man (°C)	pH	debit (l/dt)	EC (μS/cm)	Keterangan
			X (m)	Y (m)							
1	AP. SAMPURAGA 1	APS1	559250	90247	234	33,4	97,0	3,40	-	2950	air asam
2	AP. SAMPURAGA 2	APS2	559251	90154	232	27,8	100,8	7,70	1	2620	air panas dekat Sungai Sirambas
3	AP. SAMPURAGA 3	APS3	559323	90448	222	33,4	97,0	7,04	2	2420	air panas, sinter karbonat
4	AP. SAMPURAGA 4	APS4	558734	90384	247	32,7	100,2	6,88	4	2370	air panas, sinter karbonat

## HASIL

### Manifestasi Panas Bumi

Pengambilan conto air dilakukan pada empat titik yang berbeda (Tabel 1).

#### Air Panas Sampuraga 1 (APS1),

Lokasi ini berada di satuan batuan aliran piroklastik. Manifestasi dengan luas 3x3 m<sup>2</sup> ini berupa kolam air panas, dengan sedikit hembusan uap dan tercium gas H<sub>2</sub>S (Gambar 3).



Gambar 3. Air Panas Sampuraga 1, pada batuan aliran piroklastik

#### Air Panas Sampuraga 2 (APS2),

Berjarak sekitar 100 meter ke arah timur dari lokasi APS1. Mata air panas ini muncul dari endapan aluvium yang terdapat di Sungai Sirambas. Manifestasi dengan luas 1x1 m<sup>2</sup> ini memiliki uap di permukaannya dan ditemukan pula sinter karbonat yang membungkus material endapan (Gambar 4).



Gambar 4. Air Panas Sampuraga 2, pada pinggir sungai

#### Air Panas Sampuraga 3 (APS3),

Lokasi ini berjarak 300 m di sebelah utara APS1. Pada manifestasi dengan luas 3x3 m<sup>2</sup> ini terdapat bualan dan uap air di permukaannya serta sinter karbonat di pinggirannya (Gambar 5).



Gambar 5. Hembusan uap air, dan kolam air panas yang mengalir disertai sinter karbonat pada Air Panas Sampuraga 3

## Air Panas Sampuraga 4 (APS4)

Lokasi ini berjarak 500 m sebelah barat APS1 dan muncul pada batuan sedimen. Manifestasi dengan luas 2x3 m<sup>2</sup> ini memiliki buakan, uap di permukaan, dan sinter karbonat (Gambar 6).



Gambar 6. Hembusan uap air, kolam air panas mendidih dan mengalir disertai sinter karbonat pada air panas manifestasi Sampuraga 4

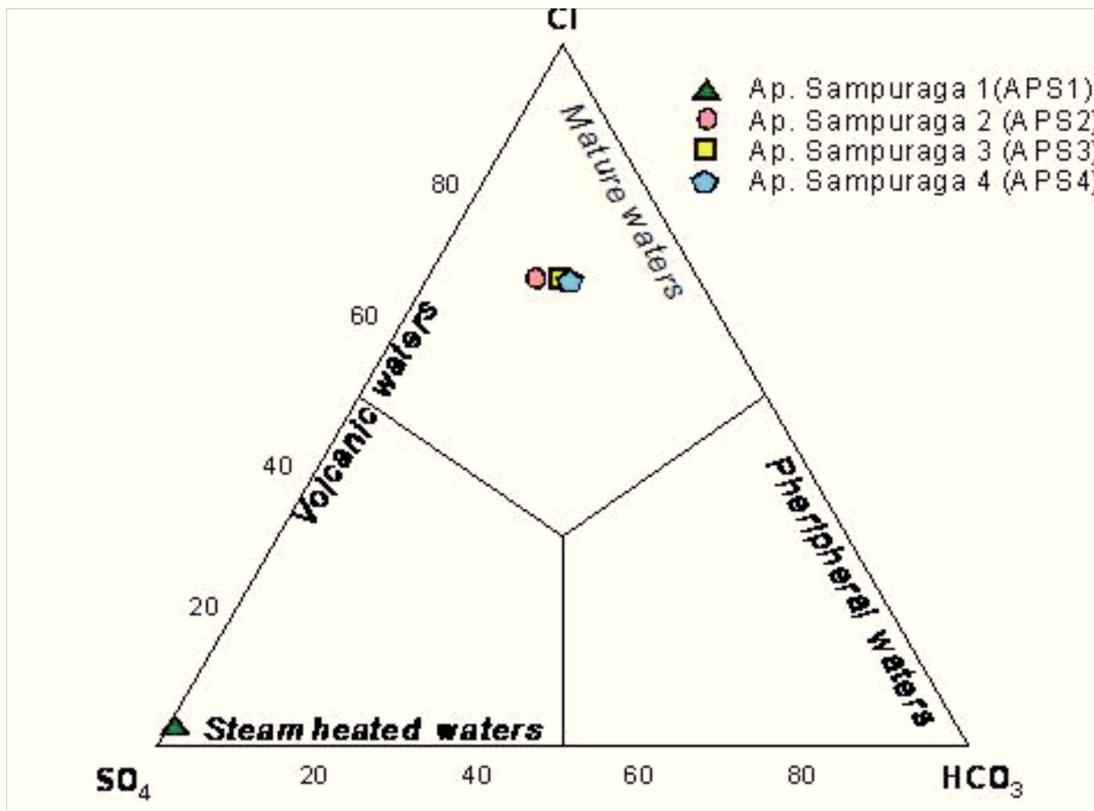
## Hasil Analisis Geokimia Air Sampuraga

Keakuratan proses analisis unsur utama kation dan anion dari mata air panas ditunjukkan dengan harga *Ion Balance* (IB) kurang dari 5% untuk semua conto air panas dan air dingin pH netral, serta lebih dari 5% untuk conto air yang asam. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil analisis dapat digunakan dalam interpretasi geokimia selanjutnya. Untuk mengetahui karakteristik dan tipe air panas dari 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 kepada Giggenbach (1988). Air Panas Sampuraga 1 memiliki pH rendah (asam) dengan tipe air sulfat, sedangkan Air Panas Sampuraga 2, 3, dan 4 memiliki pH netral bertipe air klorida (Gambar 7).

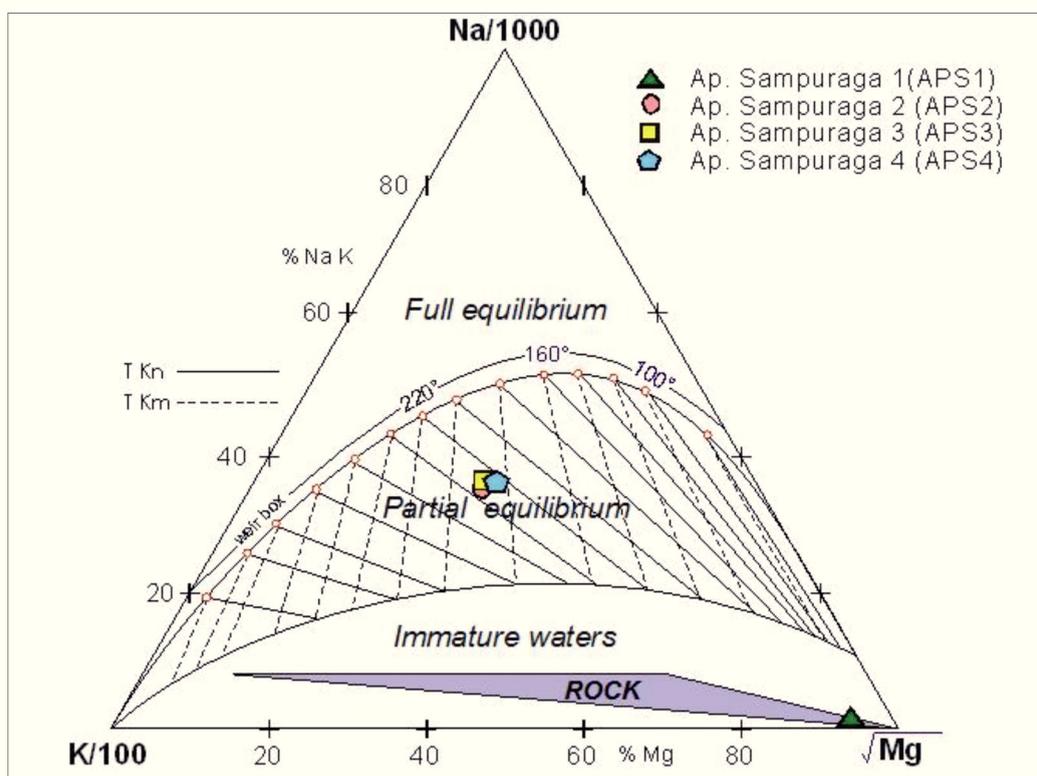
Berdasarkan diagram segitiga Na-K-Mg (Gambar 8), posisi mata air panas Sampuraga 2, 3, dan 4 terletak pada *partial equilibrium* sebagai indikasi bahwa manifestasi yang muncul ke permukaan dipengaruhi oleh interaksi antara fluida dengan batuan dalam keadaan panas sebelum bercampur dengan air permukaan (*meteoric water*).

Tabel 2.  
Data Hasil Analisis Geokimia Air

Kode	1	2	3	4
	APS1	APS2	APS3	APS4
SiO <sub>2</sub> (mg/L)	139,94	228,98	220,42	218,34
Cl	70,36	597,75	580,16	562,57
SO <sub>4</sub>	1475,23	106,58	95,76	85,47
HCO <sub>3</sub>	0	195,26	211,83	216,93
CO <sub>3</sub>	0	0	0	0
Al	53,48	0,18	0,00	0,00
Fe	42,45	0,30,	0,17	0,42
Ca	179,50	24,76	24,90	31,83
Mg	9,44	0,16	0,10	0,11
Na	34,30	424,00	420,00	395,00
K	11,00	42,50	42,80	39,80
Li	0,30	2,67	2,54	2,52
As	0,40	8,00	8,00	7,00
NH <sub>4</sub>	0,00	0,36	0,36	0,30
B	0,98	27,77	28,31	26,24
F	3,00	1,00	2,00	1,00
meq cat	19,79	21,54	21,33	20,48
meq an.	32,86	22,33	21,93	21,26
% IB	-24,82	-1,80	-1,39	-1,86



Gambar 7. Diagram segitiga tipe air panas daerah Panas Bumi Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara



Gambar 8. Diagram segitiga kandungan Na, K, Mg daerah Panas Bumi Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara

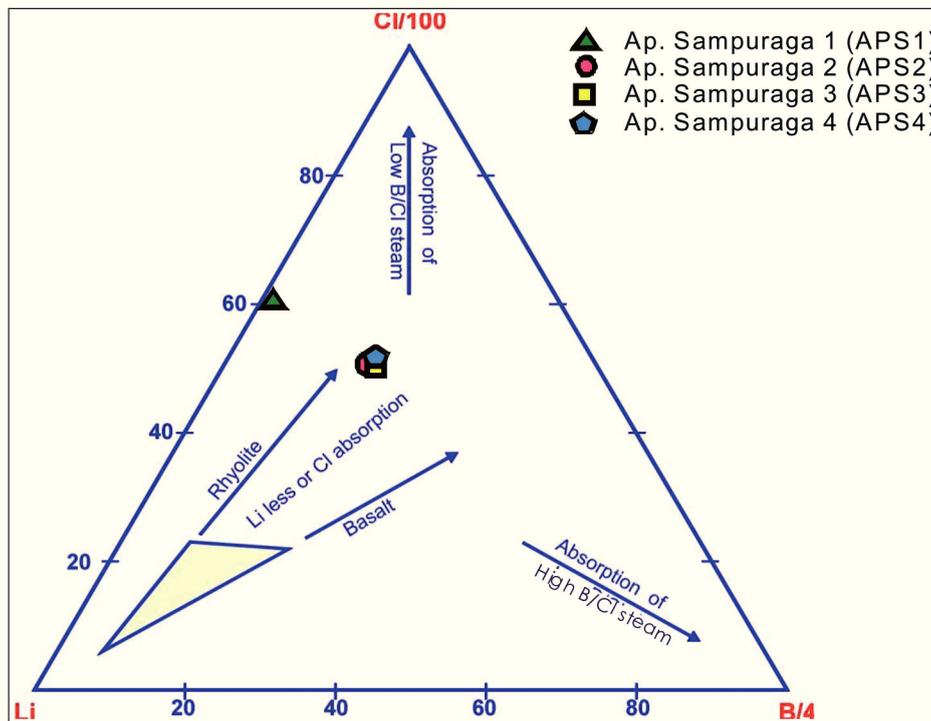
Berdasarkan analisis pada Tabel 3, Nilai  $\delta^{18}\text{O}$  berkisar  $-10,38$  sampai  $-8,12$  o/oo, sedangkan nilai  $\delta\text{D}$  berkisar  $-66,7$  sampai  $-52,5$  o/oo. Nilai rasio dari conto air di plot pada grafik  $\delta\text{D}$  terhadap  $\delta^{18}\text{O}$ , dengan garis air meteorik  $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 14$ . Gambar 10 memperlihatkan posisi conto air panas Sampuraga 3 dan 4 terletak pada posisi sebelah kanan dari *meteoric water line* ( $^{18}\text{O}$  shifted) yang signifikan sebagai indikasi pengayaan oksigen 18 dari air panas akibat reaksi substitusi oksigen 18 dari batuan dengan

oksigen 16 dari fluida panas pada saat terjadi interaksi fluida panas dengan batuan sebelum muncul ke permukaan berupa mata air panas.

Sedangkan APS 1 terletak pada *immature water* sebagai indikasi pengaruh air permukaan lebih dominan pada pembentukan air panas tersebut. Berdasarkan diagram segi tiga Cl-Li-B (Gambar 9) posisi mata air panas tipe klorida terletak mengarah ke posisi tengah diagram.

Tabel 3.  
Data Isotop  $\delta\text{D}$  dan  $\delta^{18}\text{O}$  Air Panas Bumi

No	Kode Conto	$\delta^{18}\text{O}$ (oo/o)	$\delta\text{D}$ (oo/o)
1	AP. Sampuraga 3 (APS3)	-9,43	-65,0
2	AP. Sampuraga 4 (APS4)	-8,39	-62,0

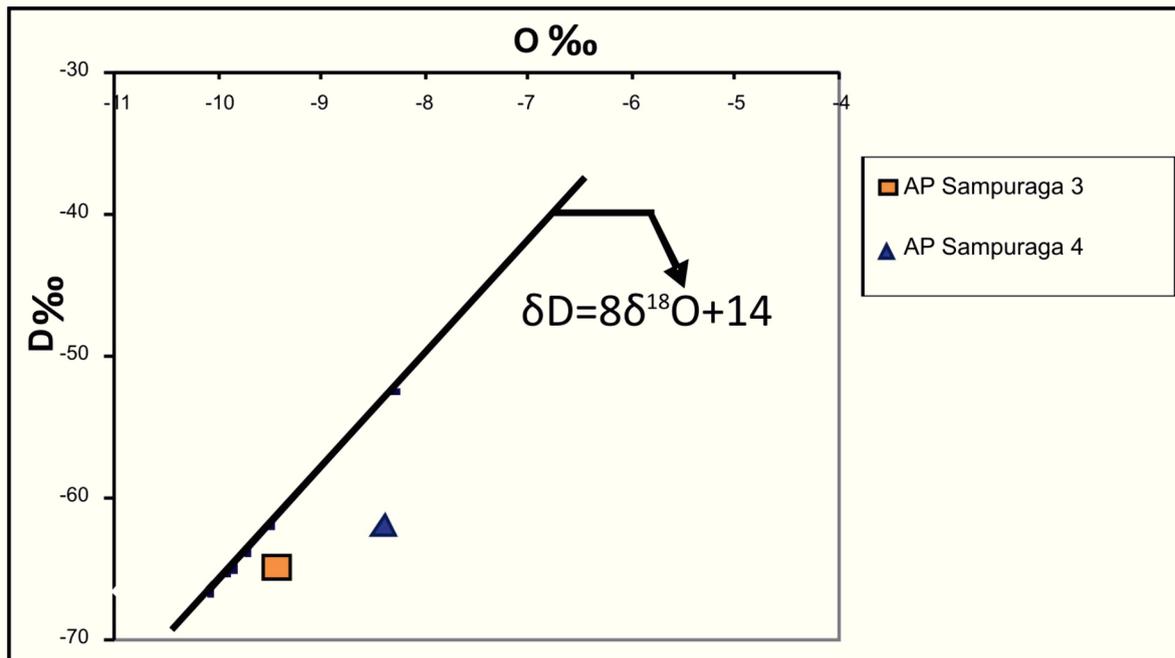


Gambar 9. Diagram segitiga kandungan Cl, Li, B daerah Panas Bumi Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara

### Pendugaan Suhu Bawah Permukaan

Manifestasi panas bumi di daerah Sampuraga muncul pada elevasi 230 mdpl yang terdiri dari mata air panas asam bertemperatur  $97^{\circ}\text{C}$  dan mata air panas netral bertemperatur  $97-100,8^{\circ}\text{C}$ . *Plotting* pada diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> (Gambar 7) menunjukkan bahwa air dari mata air panas bersifat asam termasuk tipe air sulfat asam, dan air bersifat netral bertipe klorida dengan konsentrasi bikarbonat dan SO<sub>4</sub> cukup signifikan. Air panas bersifat netral terletak pada partial *equilibrium* pada diagram Na-K-Mg

(Gambar 8) dan terletak di tengah-tengah diagram segitiga Cl-Li-Boron. Hal ini mengindikasikan bahwa air panas berhubungan dengan reservoir panas bumi. Perhitungan suhu air memakai geotermometer NaK yang mengacu kepada Giggenbach, (1988), melalui persamaan  $T^{\circ}\text{C} = [1390/((\log \text{Na/K} + 1,75)] - 273$  dengan hasil akhir  $233^{\circ}\text{C}$  yang termasuk ke dalam tipe temperatur tinggi. Perhitungan ini bertujuan untuk memperkirakan temperatur bawah permukaan yang berhubungan dengan temperatur reservoir.

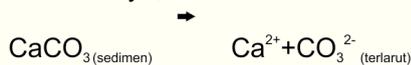


Gambar 10. Ploting Isotop δD terhadap δ<sup>18</sup>O Air Panas Bumi Sampuraga

**DISKUSI DAN PEMBAHASAN**

Asumsi konsentrasi senyawa kimia terlarut secara kualitatif dan kuantitatif dalam air panas merupakan produk akhir dari proses yang alami. Pada umumnya aliran fluida panas pada temperatur tinggi berinteraksi dalam keseimbangan dengan jenis mineral tertentu pada batuan panas bumi, sehingga memberikan indikasi konsentrasi tinggi untuk senyawa Si, Na, K yang erat kaitannya dengan temperatur dan pH mata air panas yang terukur di lapangan.

Mekanisme pembentukan sinter karbonat yang muncul di sekitar mata air panas disebabkan oleh faktor batuan yang dilalui oleh fluida panas. Batuan penyusun daerah tersebut yaitu sedimen karbonat atau gamping yang kaya dengan mineral CaCO<sub>3</sub> ini. Reservoir panas bumi mengubah pH air panas menjadi netral, yang kemudian melarutkan sebagian kalsium dan karbonatnya, melalui reaksi berikut:



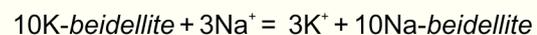
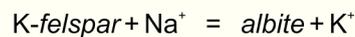
Pada permukaan manifestasi terjadi penurunan temperatur sampai kondisi "flashing atmosphere" yang diikuti pengendapan kembali membentuk sinter karbonat (CaCO<sub>3</sub>), seperti reaksi berikut:



Senyawa kimia pada air panas lainnya mengindikasikan adanya keterkaitan beberapa unsur atau senyawa kimia panas bumi dalam

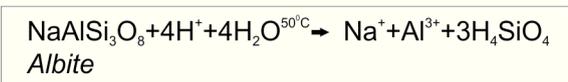
kondisi temperatur dan pH larutan yang dapat dijelaskan seperti berikut:

a). Mengacu kepada Grasby,dkk (2000), yang telah menjelaskan pengaruh interaksi/kontak fluida panas dengan batuan melibatkan unsur Natrium dan Kalium, pada kondisi temperatur tinggi dan pH netral, reaksi kimianya dalam air panas, seperti berikut:



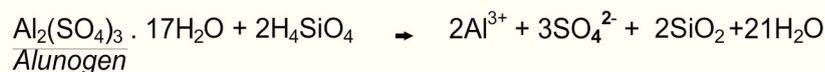
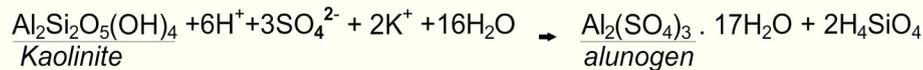
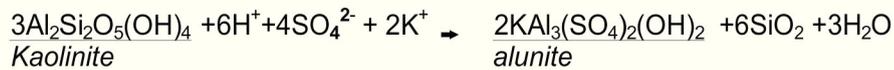
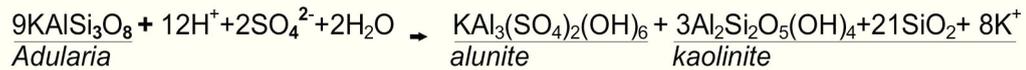
Air panas di daerah Sampuraga menunjukkan konsentrasi Na dan K, yang signifikan sesuai dengan reaksi kimia diatas.

b). Chen,dkk (1997), menjelaskan adanya pengaruh Temperatur pada 50°C atau lebih pada pH asam, terhadap kelarutan mineral albite yang reaksi kimianya seperti berikut:



Reaksi kimia ini sesuai dengan konsentrasi yang tinggi dari Na, Al, dan SiO<sub>2</sub> dalam APS 1.

c). Martin, dkk (2000), menjelaskan terbentuknya kation aluminium, dalam kondisi pH asam dari senyawa alumina yang mengandung aluminium, melalui mekanisme reaksi yang cukup panjang, seperti berikut:



Rangkaian reaksi kimia di atas, juga sesuai dengan kondisi APS 1, yang memiliki pH asam, temperatur tinggi (97°C), mengandung konsentrasi yang tinggi dari Al, SO<sub>4</sub>, dan SiO<sub>2</sub>. Diperkirakan pH dan temperatur mengontrol semua mekanisme reaksi kimia yang berlangsung.

## KESIMPULAN

Konsentrasi senyawa kimia terlarut secara kualitatif dan kuantitatif dalam air panas merupakan produk akhir dari proses yang alami. Pada umumnya aliran fluida panas pada temperatur tinggi berinteraksi dalam keseimbangan dengan jenis mineral tertentu pada batuan panas bumi, sehingga memberikan

indikasi konsentrasi tinggi untuk senyawa Si, Na, K yang erat kaitannya dengan temperatur dan pH mata air panas yang terukur di lapangan.

Pendugaan suhu reservoir dengan geotermometer yang mencapai 233°C menunjukkan bahwa sistem panas bumi di daerah Sampuraga memiliki tipe vulkanik *upflow* entalpi tinggi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi, Pejabat Pembuat Komitmen, dan Koordinator Kelompok Penyelidikan Panas Bumi atas izin yang diberikan untuk penggunaan laporan dalam pembuatan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldiss, D.T., Whandoyo, R., Ghazali, S.A. & Kusyono, 1983. Peta Geologi Lembar Sidikalang dan (sebagian) Sinabang, Sumatra (Geological Map of Sidikalang and Sinabang (part) sheets, Sumatra). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Skala 1: 250 000.
- Chen, Y., and Brantley, S.L., 1997, Temperature- and pH dependence of albite distribution rate at acid pH. *Chemical Geology*, V. 135, pp. 275-290.
- Giggenbach, W.F., and R.L. Goguel, 1989. Collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas discharges [unpublished report]. Petone, New Zealand: Chemistry Division, Department of Scientific and Industrial Research, 81 p.
- Giggenbach, W.F., 1988, Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo- Indicators, *Geochemica Acta* 52. pp. 2749–2765.
- Grasby, S.E., Hutcheon, I., and Krouse, H.R., 2000, The influence of water-rock interaction on the chemistry of thermal springs in western Canada *Applied Geochemistry* V. 15, pp.147-154.
- Hochstein, M.P. (1990), "Classification and assessment of geothermal resources." In: Dickson MH and Fanelli M (eds) *Small geothermal resources*, UNITAEW NDP Centre for Small Energy Resources, Rome, Italy, pp. 31-59.
- Martin, R., Rodgers, K.A., and Browne, P.R.L., 2000, Aspects of the distribution and movement of aluminium in the surface of the Te Kopia geothermal field Taupo Volcanic Zone, New Zealand, *Applied Geochemistry*, V. 15, pp.1121-1136.

Diterima tanggal 11 Februari 2013  
Revisi tanggal 2 April 2013

POTENSI ENDAPAN PASIR BESI DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT,  
PROVINSI LAMPUNG

Oleh:

\*Soepriadi, \*\*Nadhirah Seraphine, \*\*Dyah Manis Novihapsari  
\*Pusat Sumber Daya Geologi Jl. Soekarno Hatta No.444 Bandung  
\*\*Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran,  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor

**SARI**

Pasir besi merupakan salah satu bahan baku dasar dalam berbagai macam industri hilir yang beberapa tahun terakhir kebutuhannya cenderung meningkat. Pasir besi banyak dijumpai sepanjang pantai di Indonesia, sebagian besar berasal dari batuan gunungapi bersifat andesit – basal.

Penelitian ini dilakukan di Blok Lemong-Cahaya Negeri-Malaya, Blok Kotakarang, Blok Way Gedau dan Baturaja dan Blok Tanjung Jati yang termasuk Kabupaten Lampung Barat. Beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya endapan pasir besi antara lain; pantainya relatif lebih landai, dan berdekatan dengan batuan sumber. Metoda yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari pemetaan geologi, pengeboran, preparasi conto, pemisahan mineral dan analisis laboratorium.

Dari hasil pengeboran dilakukan korelasi dan rekonstruksi antar satuan endapan pasir besi untuk mendapatkan gambaran ketebalan dan sebaran. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa persentase derajat kemagnetan (MD) antara 6,40 - 27,16% dan bobot isi (*Specific Gravity*, SG) antara 2,99 - 4,23 gram/cm<sup>3</sup>, dengan kadar TiO<sub>2</sub> antara 7,93 - 16,19% sebagai mineral pengotor. Hasil perhitungan sumber daya teroka menunjukkan bahwa endapan pasir besi di daerah penelitian sebesar 1.773.480 ton dengan potensi konsentrat sebesar 363.787,45 ton.

**Kata Kunci :** Kandungan Fe total, Pasir Besi, Pesisir Lampung Barat

**ABSTRACT**

*Iron sand is one of the basic raw materials in a wide range of downstream industries, which in recent years the need of iron sand is likely to increase. Iron sand prevalent along beaches in Indonesia, which are mostly derived from the volcanic rocks such as andesitic – basaltic rocks.*

*This research is conducted in West Lampung Regency of Sumatera Island, which include blocks of Lemong-Cahaya Negeri-Malaya, Kotakarang, Way Gedau –Baturaja, and Tanjung Jati,. In this study, several factors influence the formation of iron sand deposits such as relatively gentle beach, and adjacent to the source rocks. Methodology in this research consists of geologic mapping, drilling, sample preparation, and laboratory analysis.*

*Correlation and reconstruction of iron sand sediments from bore log were conducted to gain the thickness and distribution. Results of laboratory analysis showed that the percentage of magnetic degree (MD) between 6.40to 27.16% and Specific Gravity (SG) between 2.99 to 4.23 g/cc, where TiO<sub>2</sub> as a mineral impurity levels between 7.93to 16.19%. The inferred resource of iron sand deposit in the study area is estimated as 1,773,480 ton, with the concentrate potential is 363,787.45 ton.*

**Keywords:** Coastal Area of West Lampung, Fe total content, Iron Sand

**PENDAHULUAN**

Pasir besi merupakan bahan untuk pembuatan *Pig Iron* yang dipakai sebagai bahan dasar dalam industri besi baja dan industri hilir lainnya. Menurut peneliti terdahulu, pesisir pantai Lampung Selatan memiliki potensi pasir besi (Kisman dan Deddy, 2005). Untuk itu penelitian ini dilakukan di pesisir pantai Kabupaten Lampung Barat karena kedua wilayah tersebut memiliki persamaan formasi batuan, morfologi dan batuan induk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk

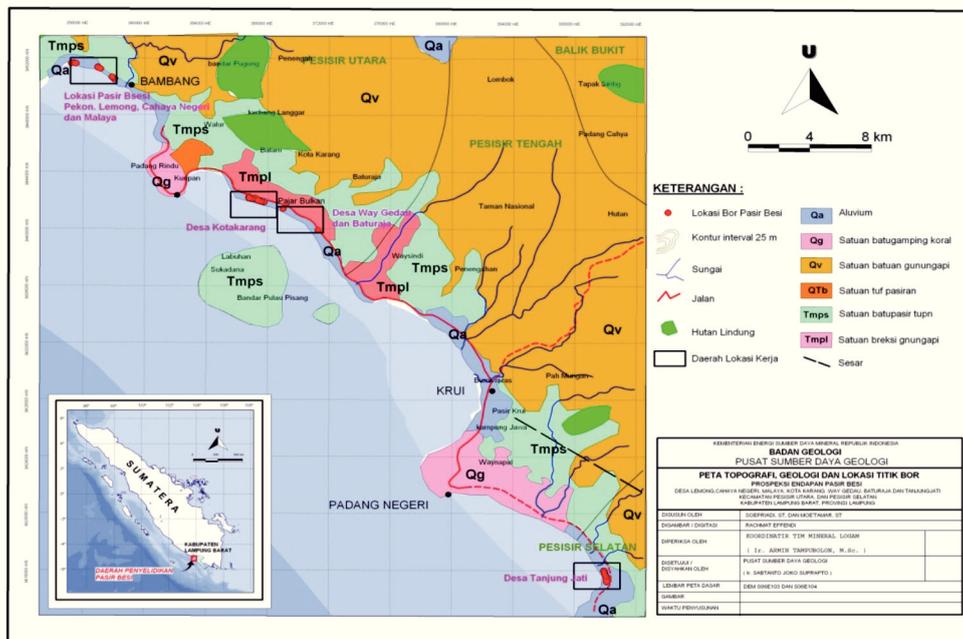
mengetahui potensi dan sebaran endapan pasir besi di sepanjang pantai. Daerah penelitian termasuk dalam Kecamatan Pesisir Utara dan Kecamatan Pesisir Selatan, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung yang dibagi menjadi empat blok yaitu Blok Lemong-Cahaya Negeri-Malaya, Blok Kotakarang, Blok Way Gedau dan Baturaja yang termasuk di Kecamatan Pesisir Utara, sedangkan Blok Tanjung Jati termasuk dalam Kecamatan Pesisir Selatan.

## Geologi Daerah Penelitian

Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas satuan batugamping koral, satuan batuan gunungapi, satuan tuf pasiran, satuan batupasir tufan, dan satuan breksi gunungapi serta endapan aluvium. Litologi yang dominan adalah jenis vulkanik, yaitu batuan andesitik – basaltik. Batuan sedimen (alluvium) menyebar di sepanjang pantai barat pulau Sumatera (Amin, dkk, 1993).

Secara regional, morfologi daerah penelitian terdiri dari; dataran rendah, perbukitan bergelombang, dataran tinggi dan daerah

pegunungan. Daerah penelitian termasuk pada dataran rendah yang menempati sepanjang tepian bagian barat pantai. Daerah dataran pantai termasuk depresi Semangko, ketinggian berkisar antara 0 – 40 meter di atas permukaan laut dan tersusun oleh endapan aluvium. Menurut Sieh dan Natawidjaja (2000), sesar besar Sumatera dibagi menjadi beberapa segmen, dan daerah penelitian termasuk pada segmen Semangko. Berdasarkan penelitian tersebut pola struktur regional daerah penelitian adalah sejajar dengan arah sumbu pulau yaitu barat laut-tenggara.



Gambar 1. Peta Geologi dan Lokasi Titik Bor Daerah Penelitian (modifikasi dari Amin, dkk; 1993).

## METODE

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari pemetaan geologi, pengeboran, preparasi conto, pemisahan mineral dan analisis laboratorium.

Pemetaan geologi diawali dengan orientasi lapangan, dan pengeplotan lokasi obyek pengamatan ke dalam peta. Obyek pengamatan berupa singkapan batuan untuk mengetahui keadaan geologi daerah penelitian.

Penentuan titik lokasi menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan posisi titik bor yang diperkirakan memiliki potensi pasir besi dengan metoda lintasan dengan kisi-kisi sejajar pantai dan tegak lurus pantai. Pengeboran menggunakan bor *Hand Auger* jenis Doomer untuk mengetahui litologi bawah permukaan serta pengambilan conto sebagai objek analisis di laboratorium.

Preparasi conto dilakukan untuk

mendapatkan data mengenai derajat kemagnetan (*magnetic degree*, MD). Conto pasir besi hasil reduksi didapat dari metode increment. Pemisahan mineral khususnya magnetit dilakukan terhadap conto hasil reduksi dengan berat ±100 gram. Pemisahan fraksi magnetik dari non magnetik dilakukan dengan magnet batang berkekuatan 300 Gauss secara berulang-ulang untuk mendapatkan konsentrat yang cukup bersih.

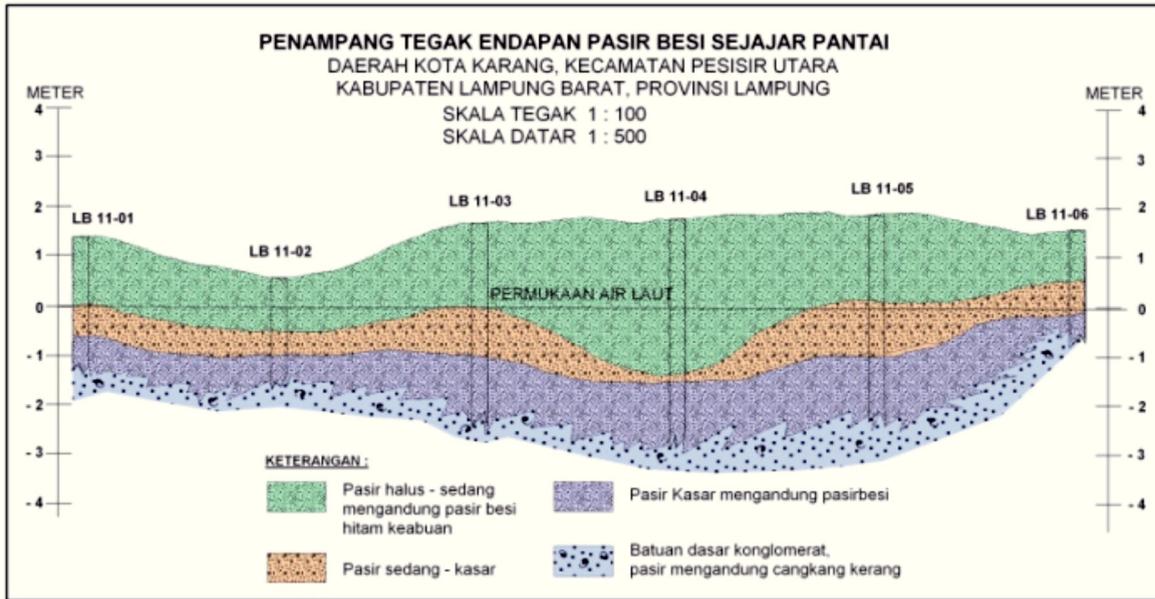
Analisis kimia untuk mendapatkan konsentrasi  $Fe_{total}$ ,  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Mo_2$  dan  $H_2O$ , serta analisis mineral butir untuk mengetahui jenis mineral dan ukuran butir. Dari hasil pemetaan geologi dan pengeboran dilakukan analisis penampang tegak, penghitungan persentase dan sebaran MD, penghitungan dan sebaran bobot isi. Analisis kimia dan pembuatan peta *isograde* Fe, analisis mineralogi butir, dan perkiraan potensi endapan pasir besi.

HASIL ANALISIS

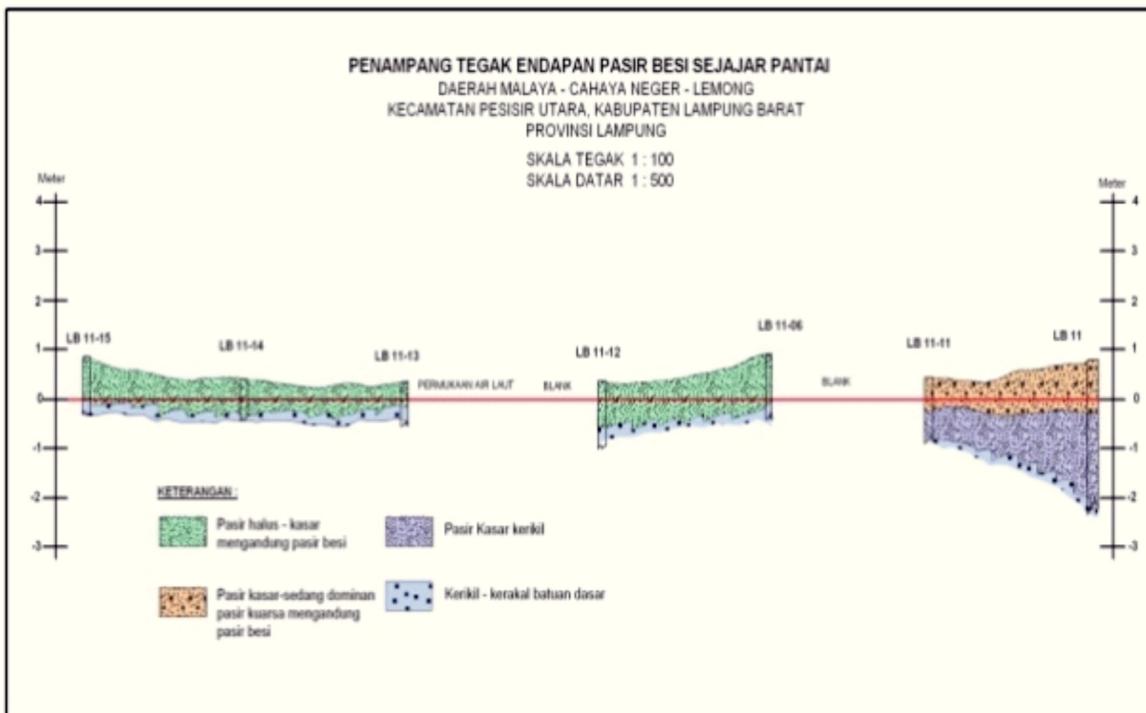
Penampang Tegak Pengeboran Sejajar Pantai

Penampang ini menggambarkan endapan pasir besi sepanjang pantai. Hasil

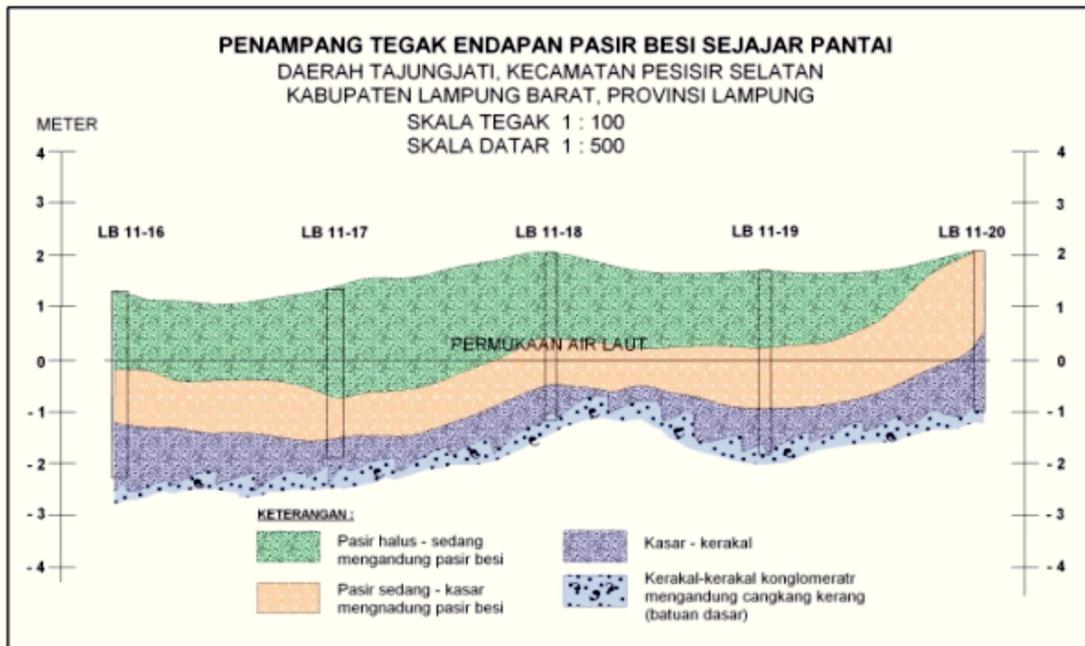
pengeboran dalam bentuk material lepas dicatat dalam log bor tiap ketebalan lapisan satu meter sampai mencapai batuan dasar. Tujuannya adalah untuk mengetahui sebaran pasir besi sejajar pantai.



Gambar 2. Penampang tegak endapan pasir besi sejajar pantai Blok Kotakarang



Gambar 3. Penampang tegak endapan pasir besi sejajar pantai Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong

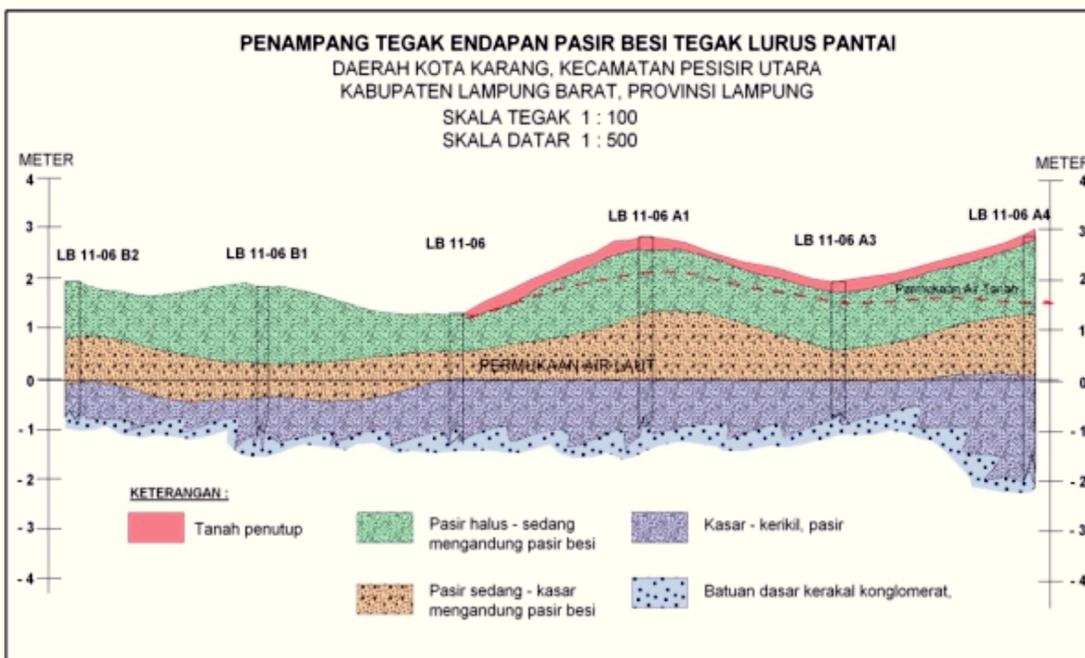


Gambar 4. Penampang tegak endapan pasir besi sejajar pantai Blok Tanjungjati

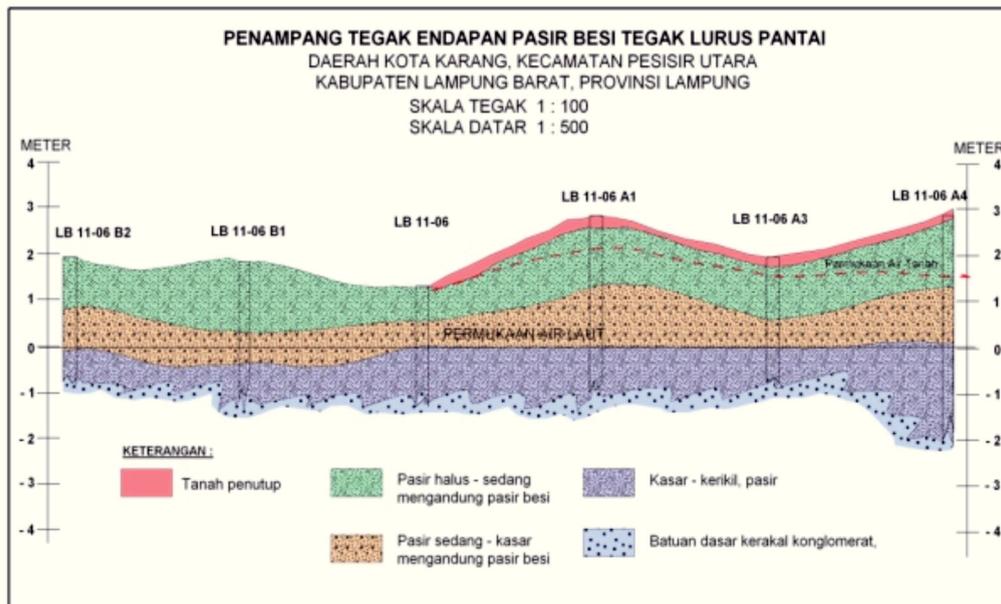
**Penampang Tegak Pemboran Tegak Lurus Pantai**

Penampang tegak lurus pantai menggambarkan lebar pantai yang mengandung pasir besi. Hasil pengeboran dalam bentuk material lepas dicatat dalam log bor tiap

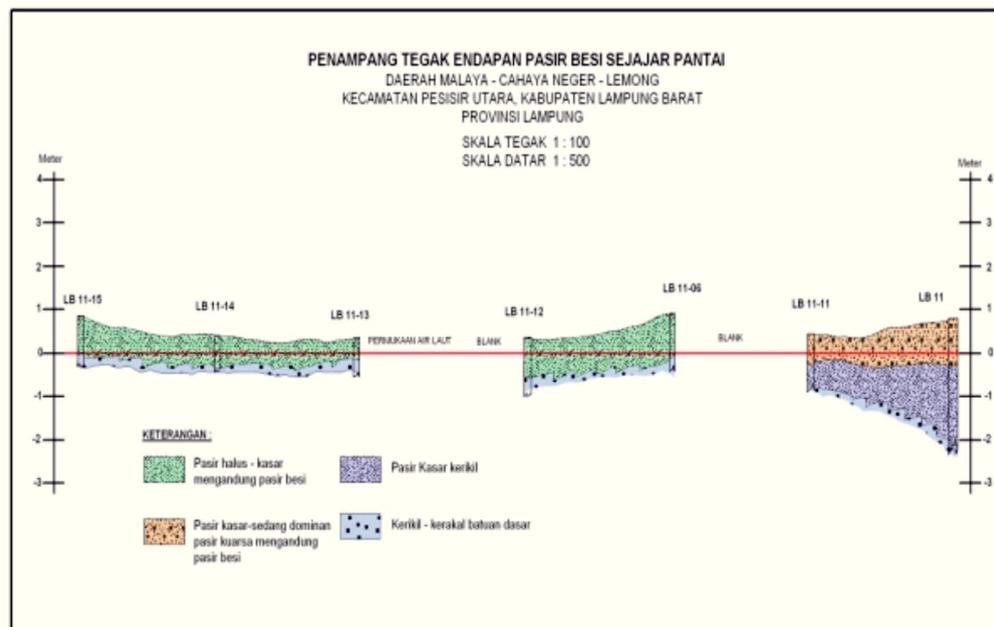
ketebalan lapisan satu meter yang memanjang tegak lurus pantai. Hal ini dilakukan sampai mencapai batuan dasar. Tujuannya untuk mengetahui sebaran lebar pantai pasir besi tegak lurus pantai.



Gambar 5. Penampang endapan pasir besi tegak lurus pantai Blok Kotakarang



Gambar 6. Penampang endapan pasir besi tegak lurus pantai Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong



Gambar 7. Penampang endapan pasir besi tegak lurus pantai Blok Tanjungjati

**Persentase MD**

Persentase MD ditentukan dengan cara membagi berat konsentrat yang dihasilkan dari pemisahan magnet dengan berat conto lapangan yang telah direduksi, hingga menjadi 100 gr kemudian dikalikan 100%, maka diperoleh harga MD dengan rumus sebagai berikut:

$$MD = \frac{\text{Berat Konsentrat}}{\text{Berat conto hasil reduksi}} \times 100\%$$

Hasil penghitungan MD pasir besi masing-masing blok dapat dilihat pada Tabel 1.

**Pengukuran Bobot Isi (Specific Gravity, SG)**

Analisis dilakukan dengan cara menimbang conto pasir besi seberat 100 gram dari masing-masing blok penelitian lalu dimasukkan ke dalam air yang bervolume 200 cm<sup>3</sup> di dalam gelas ukur. Apabila terjadi kenaikan air menjadi A cm<sup>3</sup>, maka volume pasir yang diukur bobot isinya adalah (A – 200) cm<sup>3</sup>. Sedangkan bobot isi didapat dengan rumus sebagai berikut :

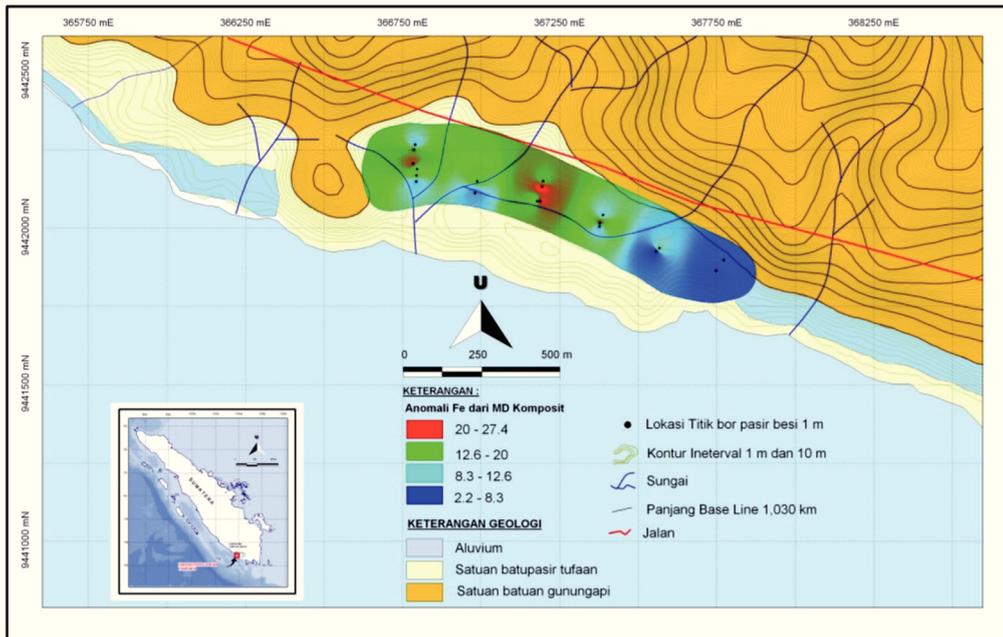
$$\text{Bobot isi} = \frac{100}{(A-200)} \text{ gram/cm}^3 \text{ atau ton/m}^3$$

Hasil perhitungan bobot isi pasir besi tiap blok dapat dilihat pada Tabel 1.

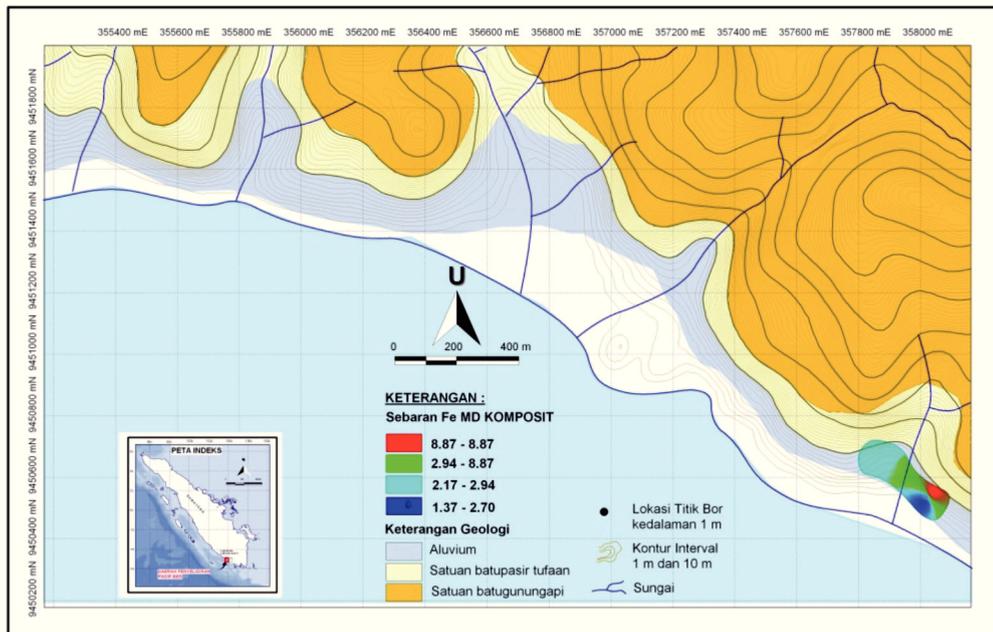
## Sebaran MD

Tujuan dari penggambaran sebaran MD adalah untuk mendelineasi endapan pasir pantai yang potensial mengandung besi sehingga pada akhirnya dapat digunakan dalam memilih lokasi

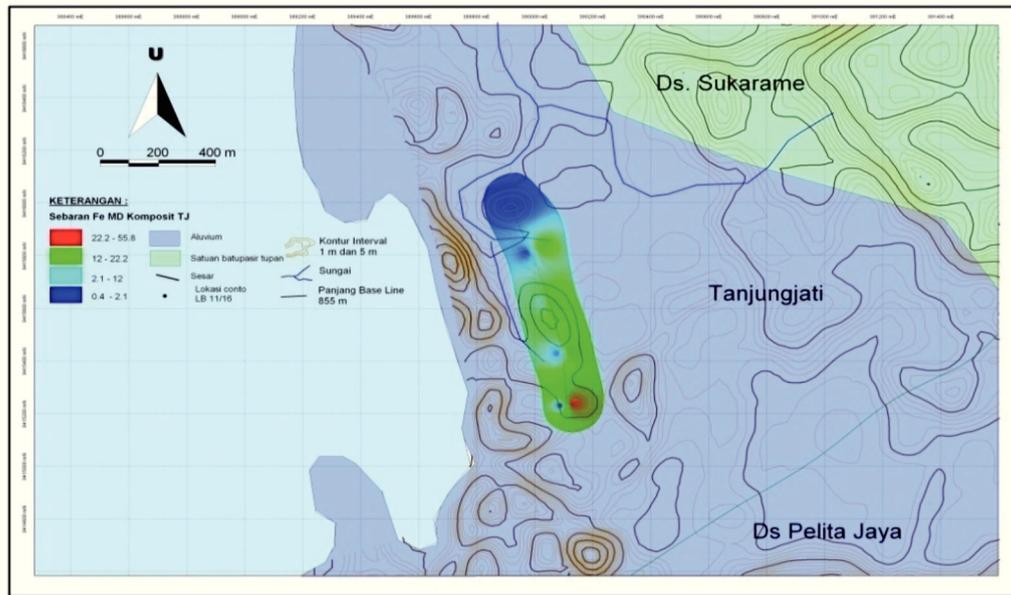
penambangan. Berdasarkan persentase hasil hitungan MD di Blok Kotakarang, Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong dan Blok Tanjungjati berkisar antara 6,40 - 27,16 % (Tabel 1).



Gambar 8. Peta sebaran MD Daerah Kotakarang



Gambar 9. Peta sebaran MD Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong



Gambar 10. Peta sebaran MD Daerah Tanjungjati

**Sebaran Bobot Isi**

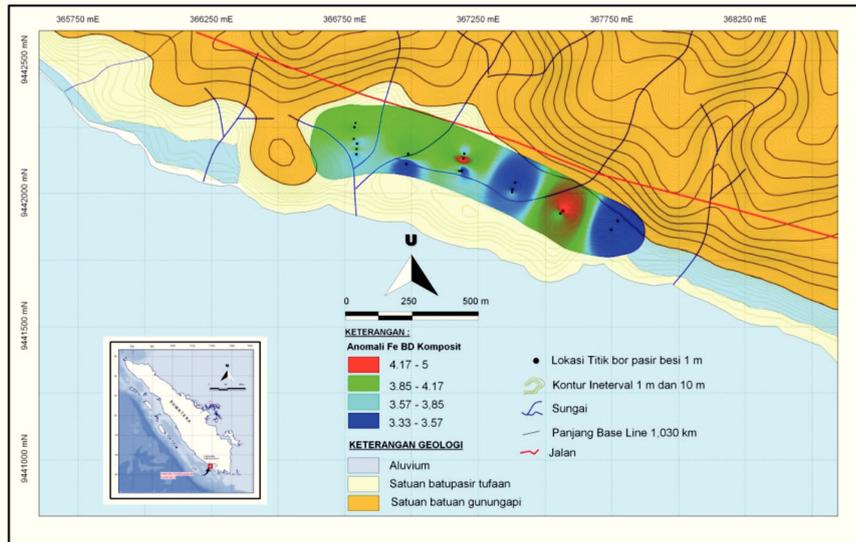
Tujuan penggambaran hasil penghitungan bobot isi untuk mengetahui persebarannya dan mendapatkan lokasi yang mempunyai kesamaan harga bobot isi serta melokalisir endapan pasir pantai yang

berpotensi.

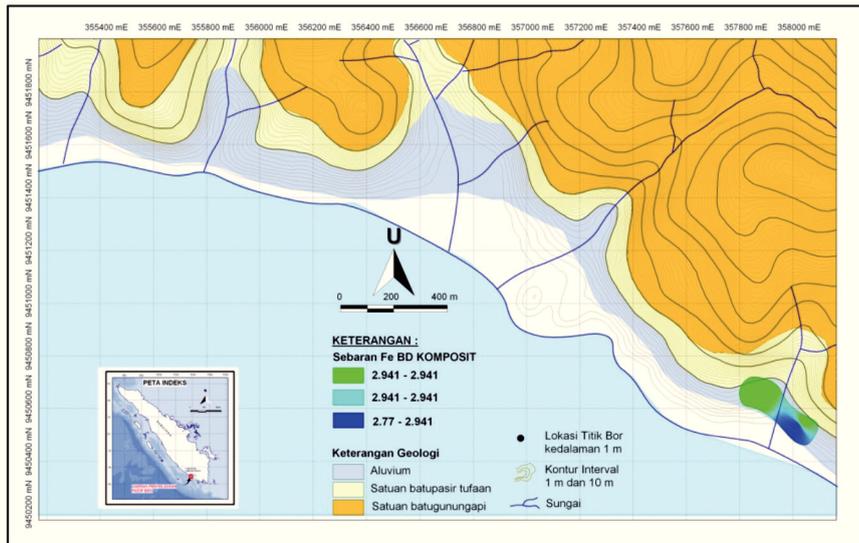
Berdasarkan hasil hitungan analisis bobot isi dari Blok Kotakarang, Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong dan Blok Tanjungjati, berkisar antara 2,99 - 4,23 gram/cm<sup>3</sup> (Tabel 1).

Tabel 1.  
Perhitungan Estimasi Sumber Daya Pasir Besi pada 4 Blok Daerah Penelitian di Kabupaten Lampung Barat

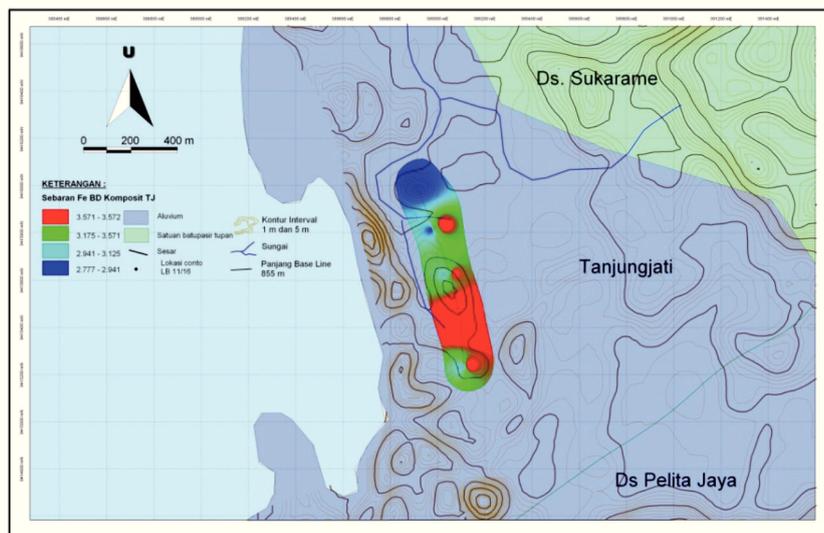
No	BLOK	NO. JALUR	INTERVAL		Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	MD Rata <sup>2</sup> (%)	SG Rata <sup>2</sup>	Potensi Crude sand (Ton)	Potensi Konsentrat (Ton)
			PENGEBORAN										
			BASE LINE	CROSS LINE									
1	Kotakarang	LB11-1 s/d LB11-6	200	20	1.200	50	60.000	3	153.000	13	4	647.190,00	85.234,92
2	Way Gedau-Baturaja	LB11-7 s/d LB11-8	-	-	180	25	4.500	2	9.000	8	3	31.140,00	2.416,46
					100	20	2.000	2	4.000	8	3	13.840,00	1.073,98
3	Malaya-Cahaya Negeri-Lemong	LB11-9 s/d LB11-15	200	20	1.000	20	20.000	2	30.000	6	3	89.700,00	5.740,80
4	Tanjung Jati	L11-16 s/d LB11-20	200	20	1.000	100	100.000	3	323.000	27	3	991.610,00	269.321,28
<b>T o t a l Sumber daya</b>												1.773.480,00	363.787,45



Gambar 11. Peta sebaran Bobot Isi Daerah Kotakarang



Gambar 12. Peta sebaran Bobot Isi Blok Malaya-Cahaya Negeri-Lemong



Gambar 13. Peta sebaran Bobot Isi Blok Tanjungjati

**Sebaran Fe Total dan Hasil Analisis Kimia**

Untuk mengetahui sebaran pasir besi yang potensial untuk ditambang maka dibuat peta *isograde* Fe total. Dari hasil analisis kimia conto daerah prospeksi diketahui kadar Fe total rata-rata adalah 37,24% dengan kadar tertinggi

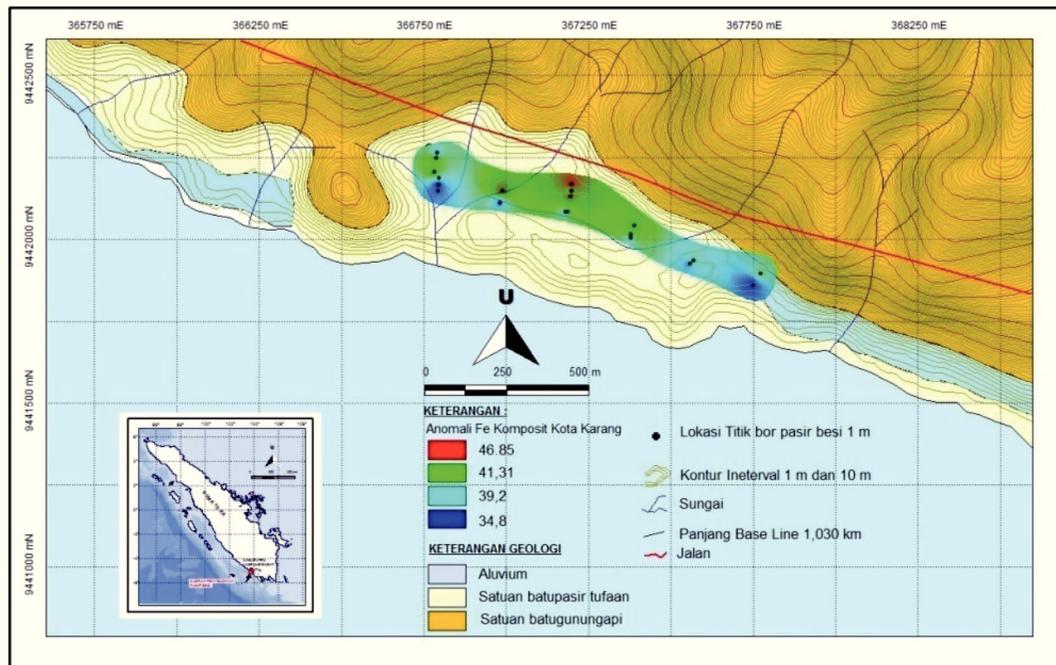
mencapai 46,99% dan kadar terendah 3,71%;  $TiO_2$  yang merupakan mineral pengotor memiliki kadar rata-rata 12,65% dengan kadar tertinggi 16,19% dan kadar terendah 7,93%. Untuk unsur-unsur yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Statistik kandungan mineral dalam contoh pasir besi di empat blok

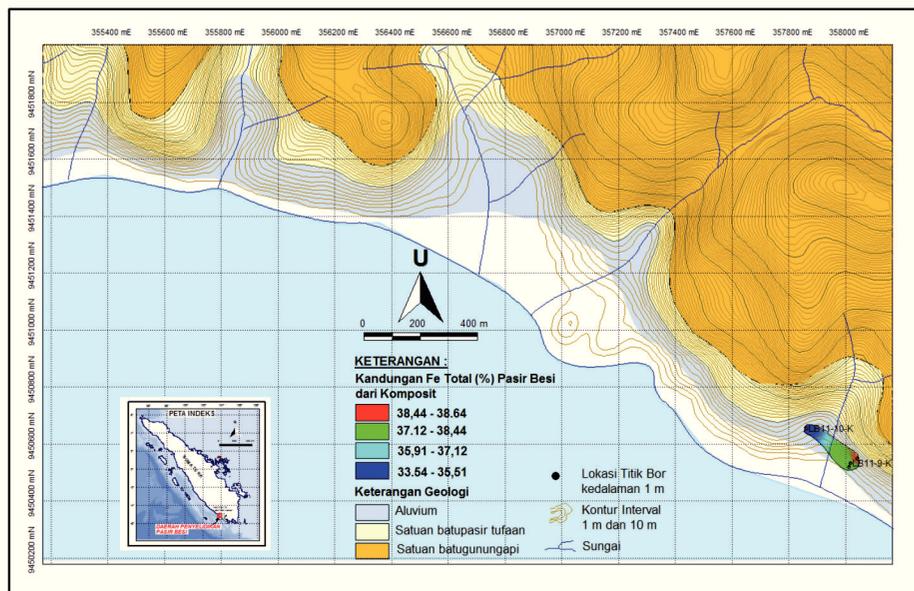
Deskripsi	Fe Total (%)	$TiO_2$ (%)	$Fe_2O_3$ (%)	$Al_2O_3$ (%)	$SiO_2$ (%)	MgO (%)
<b>Rata-rata</b>	37.24	12.65	53.49	2.55	2.33	1.68
<b>Standar Deviasi</b>	4.84	5.89	5.89	2.22	1.77	0.45
<b>Minimum</b>	3.71	7.93	43.6	1.08	0.15	0.91
<b>Maksimum</b>	46.99	16.19	67.18	4.75	8.92	3.99
<b>Jumlah Conto</b>	173	173	173	173	173	173

Di Blok Way Gedau-Baturaja tidak dilakukan penggambaran sebaran Fe total karena hanya dilakukan pengambilan conto

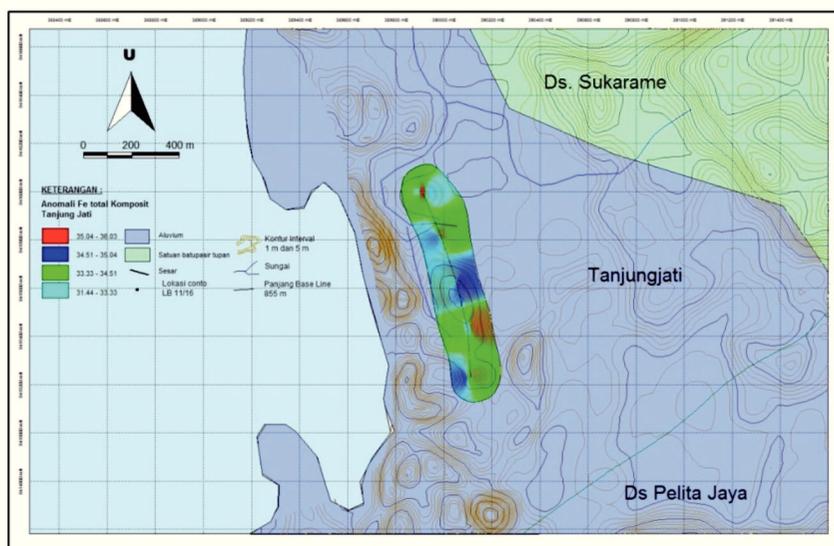
endapan pasir besi masing-masing satu titik bor, mengingat lokasi sebaran pasir besinya tidak luas.



Gambar 14. Peta Geologi dan Sebaran *Isograde* kandungan Fe total Blok Kotakarang



Gambar 15. Peta Geologi dan Sebaran Isograde kandungan Fe total Komposit Blok Malaya, Cahaya Negeri dan Lemong



Gambar 16. Peta Geologi dan Sebaran *Isograde* kandungan Fe total Blok Tanjung Jati

**Hasil Analisis Mineralogi Butir**

Berdasarkan analisis mineralogi butir di daerah penelitian terdapat beberapa mineral antara lain magnetit, piroksen, amfibol, ilmenit, kuarsa dan oksidasi besi. Sedangkan mineral hematit dan zirkon sama sekali tidak ditemukan. Mineral magnetit yang teridentifikasi berwarna hitam, memiliki kilap logam, bentuk butir isometrik- agak menyudut- agak membundar, memiliki MD yang tinggi.



Gambar 17. Fotomikrograf butiran magnetit

## PEMBAHASAN

Keterdapatannya endapan pasir besi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain sumber mineral, proses perombakan, media transportasi dan lingkungan pengendapan. Hasil pengamatan lapangan dan pengolahan data menunjukkan endapan pasir pantai kaya besi berarah barat laut-tenggara membentuk lensa menebal ke arah tenggara.

Hasil evaluasi dari keempat blok tersebut, menunjukkan bahwa ketebalan endapan pasir besi dan kandungan Fe total paling banyak terdapat pada blok Kotakarang. Hal ini disebabkan oleh kondisi geologi yang dekat dengan sebaran batuan gunungapi dan ditunjang pula oleh kondisi topografi yang menempati daerah cekungan, sehingga pengendapan pasir besi dapat berlangsung secara optimal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pada penghitungan sebaran, ketebalan dan karakteristik kimi dan fisika mineral besi di daerah penelitian maka didapatkan nilai sumber daya terak crude sand sebesar 1.773.480 ton dengan potensi konsentrat sebesar 363.787,45 ton.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Dicky Muslim, M.Sc., yang telah memberikan masukan dan mendorong penulis untuk menyelesaikan makalah sehingga dapat diterbitkan dalam buletin ini. Serta ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi, Pejabat Pembuat Komitmen dan Koordinator Tim Mineral serta semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C, Sidarto, Santosa, S., dan Gunawan, W, 1993, Peta Geologi Lembar Kota Agung, Sumatera, skala 1: 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Kisman., dan Deddy T, 2005, Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Logam di Kabupaten Lampung Timur dan Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Sieh, Kerry dan Danny Natawijaya, 2000, Neotectonics of The Sumatra Fault of Indonesia, Journal of Geophysical Research Volume 105 No.12, Pg. 28,295-28,326..
- Sukmana. N, A. Soleh, Kusyono, 1991. Penyelidikan Geokimia Regional di Daerah Sumatera Bagian Selatan, Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.

Diterima tanggal 12 Februari 2013  
Revisi tanggal 2 Mei 2013

## PEMODELAN INVERSI 3D GAYA BERAT DAN MAGNET PADA SISTEM PANAS BUMI DAERAH JABOI, PULAU WEH, PROVINSI ACEH

Oleh:

Ahmad Zarkasyi dan Edi Suhanto  
Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung

### SARI

Pemodelan geofisika bersifat tidak unik sehingga dapat menghasilkan beberapa model. Pemodelan gaya berat dan magnet yang dilakukan di daerah panas bumi Jaboi, Provinsi Aceh pada tahun 2005 oleh Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral masih menggunakan forward modelling dan belum dapat menggambarkan kondisi 3D sistem panas bumi daerah ini. Pemodelan inversi 3D adalah salah satu teknik pemodelan yang parameter modelnya diperoleh langsung dari data pengamatan. Teknik ini diaplikasikan pada data gaya berat dan magnet di daerah Jaboi untuk mengidentifikasi sistem dan area keprospekan panas bumi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa sistem panas bumi terkonsentrasi di bawah struktur Graben Jaboi yang berada di antara Gunung Leumo Matee dan Semereuguh dengan kedalaman puncak resevoir sekitar 750 meter dari permukaan.

**Kata kunci:** gaya berat, Jaboi, magnet, pemodelan 3D, sistem panas bumi.

### ABSTRACT

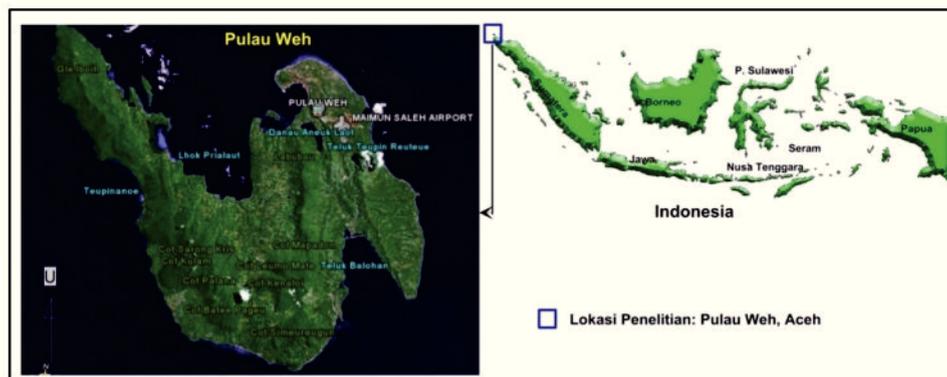
*Geophysical modeling is not unique, therefore it can produce several models in one particular area. Gravity and magnetic modeling in the Jaboi geothermal area of Aceh Province in 2005 by the Center for Geological Resources were still using forward modeling techniques and had not been able to identify the 3 dimension geothermal systems. 3D inversion modeling is one of the techniques of modeling that the model parameters obtained directly from the observational data. This technique was applied to the gravity and magnetic data of Jaboi area to identify systems and prospecting area of geothermal. Modelling results indicate that the geothermal system is concentrated under Jaboi graben structure between Leumo Matee and Semereuguh Mountain and the depth of top reservoir is about 750 meter from the surface.*

**Keyword:** geothermal, jaboi, gravity, magnetic, reservoir

### PENDAHULUAN

Daerah panas bumi Jaboi terletak di Pulau Weh, Provinsi Aceh (Gambar 1). Survei gaya berat dan magnet telah dilakukan pada tahun 2005 oleh Tim Survei Terpadu, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (DIM). Penggunaan metode gaya berat dalam eksplorasi panas bumi cukup efektif karena hasilnya dapat mendeliniasi struktur bawah permukaan dan struktur geologi berupa sesar

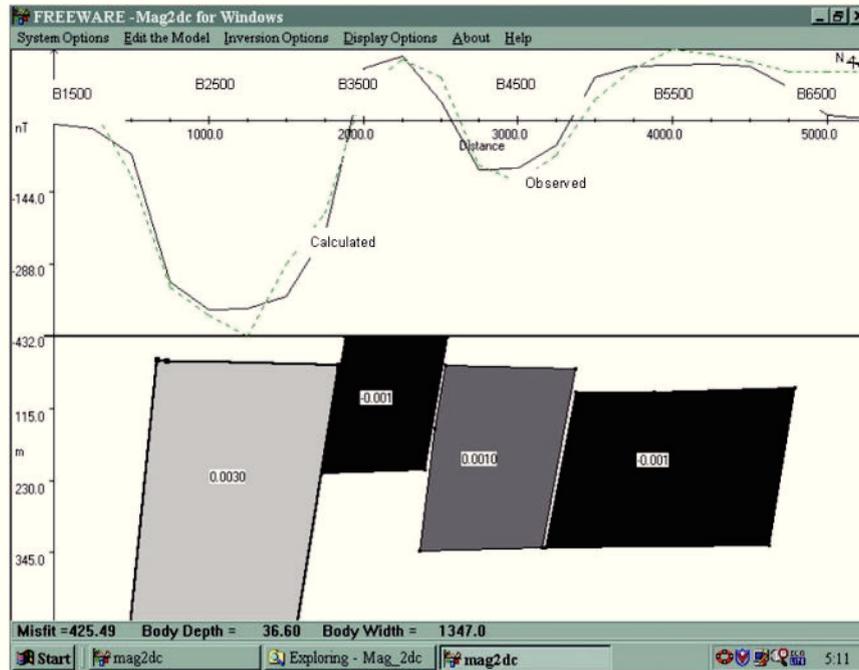
(Kadir, 2000) yang dalam sistem panas bumi sangat berperan penting dalam mengontrol pemunculan manifestasi panas bumi. Sedangkan metode magnet dalam eksplorasi panas bumi mampu mengidentifikasi batuan yang mengalami demagnetisasi akibat perubahan temperatur dan derajat keasaman yang berkembang dalam sistem panas bumi Metode ini dapat pula menunjukkan keberadaan struktur geologi seperti sesar (Kauffman dan Keller, 1981).



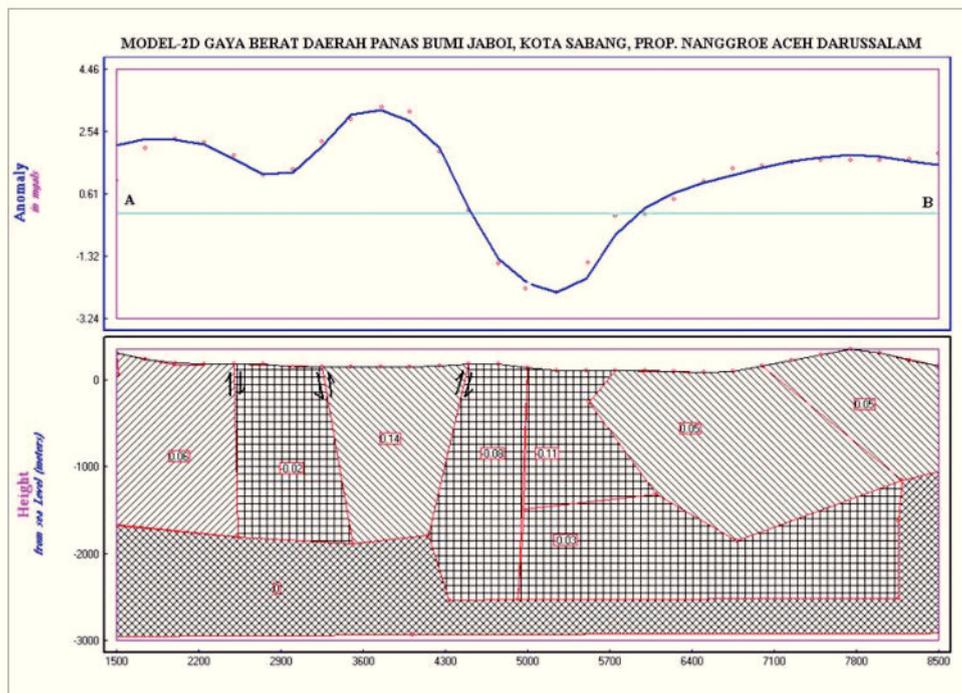
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian, Jaboi, Pulau Weh, Provinsi Aceh

Pemodelan gaya berat dan magnet yang dilakukan terdahulu (Anonim, 2005) masih menggunakan teknik pemodelan ke depan dua dimensi (2D *forward modeling*). Hasil dari pemodelan tersebut (Gambar 2 dan Gambar 3) belum dapat menggambarkan secara jelas kondisi bawah permukaan dari daerah panas bumi Jaboi. Pada tulisan ini diaplikasikan teknik pemodelan inversi 3D dengan menggunakan data gaya berat dan magnet. Tulisan ini dapat

menggambarkan representasi kondisi bawah permukaan yang lebih jelas dibandingkan dengan pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya. Sehingga diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembuatan konseptual model dari sistem panas bumi daerah Jaboi yang dikombinasikan dengan metode penelitian lainnya seperti geologi, geokimia dan pengeboran.



Gambar 2. Model magnet daerah panas bumi Jaboi (Anonim, 2005)



Gambar 3. Model gaya berat daerah panas bumi Jaboi (Anonim, 2005)

## METODE

Untuk memperkirakan kondisi bawah permukaan dilakukan pengukuran di permukaan yang merupakan respon dari struktur atau formasi geologi bawah permukaan. Respon ini timbul karena adanya variasi sifat fisis batuan seperti densitas, resistivitas dan kemagnetan. Data tersebut diterjemahkan menjadi besaran yang menggambarkan distribusi sifat fisis bawah permukaan secara kualitatif dan kuantitatif. Distribusi sifat fisis tersebut diperoleh dari pemodelan dengan model yang dihasilkan adalah representasi keadaan geologi bawah permukaan oleh anomali material dengan besaran fisis dan geometri tertentu.

Pemodelan dalam geofisika adalah suatu proses estimasi dari parameter model untuk menggambarkan kondisi bawah permukaan berdasarkan data pengamatan di permukaan. Hasil pemodelan geofisika bersifat tidak unik. Model yang dihasilkan dari respon yang cocok dengan data pengamatan diasumsikan sebagai model yang merepresentasikan bawah permukaan, namun dapat dihasilkan pula model lain yang juga memberikan respon yang sama (sesuai dengan data) tetapi dengan bentuk berbeda. Untuk itu diperlukan informasi yang dapat memberikan batasan atau *constrain* bagi model yang akan dihasilkan (Grandis, 2009).

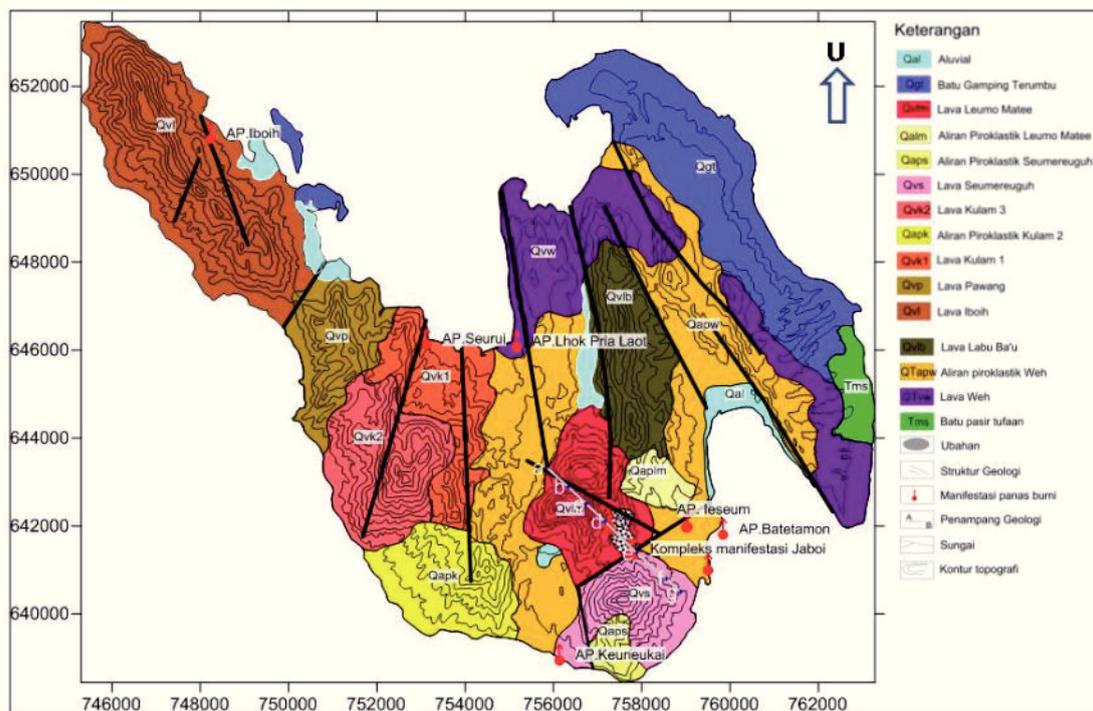
## Geologi

Keberadaan sistem panas bumi di

daerah Jaboi diindikasikan dengan manifestasi panas bumi berupa tanah panas, fumarola, solfatara, mata air panas dengan suhu berkisar antara 38 – 99,5°C. Manifestasi ini muncul di beberapa lokasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Manifestasi ini dikontrol oleh sesar-sesar yang aktif di daerah ini yang berarah relatif utara-selatan dan barat laut-tenggara.

Kerangka tektonik Pulau Weh merupakan bagian dari tektonik yang bekerja di Pulau Sumatera. Gunungapi di pulau ini merupakan kelurusan dari jalur magmatik pegunungan Bukit Barisan dan akibat adanya gaya regangan pada puncak geantiklin Barisan terbentuklah zona graben yang memanjang di sepanjang pulau Sumatera dan menerus sampai di pulau Weh. Struktur sesar yang terbentuk di daratan pulau Weh merupakan sesar normal geser dan mendatar yang rata-rata arahnya hampir barat laut-tenggara dan ada juga berarah utara-selatan selaras dengan Sesar Semangko (Anonim, 2005).

Gunung-gunung api aktif yang membentuk suatu kelurusan hingga Pulau Weh berkomposisi batuan vulkanik yang bervariasi mulai Andesit, Andesit Basaltis sampai Riolit. Secara umum batuan penyusun Pulau Weh terdiri dari 4 kelompok utama yaitu batuan sedimen Tersier; batuan vulkanik Pulau Weh berumur Tersier-Kuarter, batuan vulkanik muda dan batugamping terumbu berumur Kuarter (Gambar 4).



Gambar 4. Peta geologi daerah panas bumi Pulau Weh (modifikasi dari peta geologi daerah panas bumi Jaboi, Anonim, 2005)

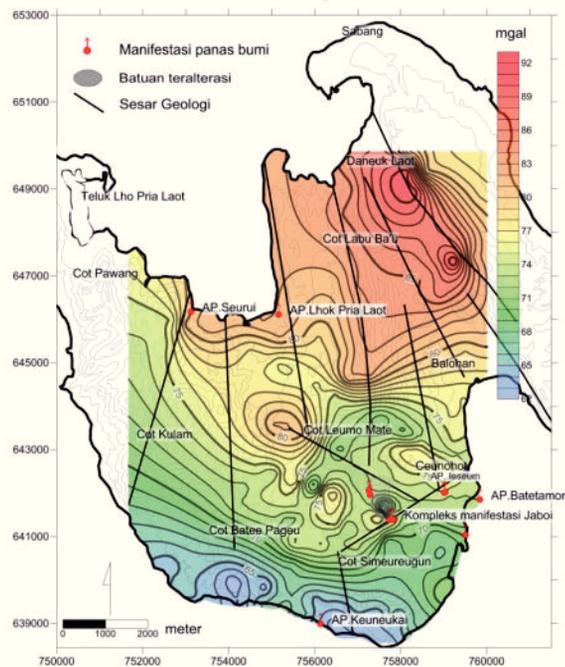
**Anomali Gaya Berat dan Magnet**

Hasil pengolahan data gaya berat berupa anomali Bouguer (Gambar 5) yang kemudian di-filter dengan menggunakan polinomial orde 2 menjadi anomali regional dan anomali sisa atau residual (Gambar 6).

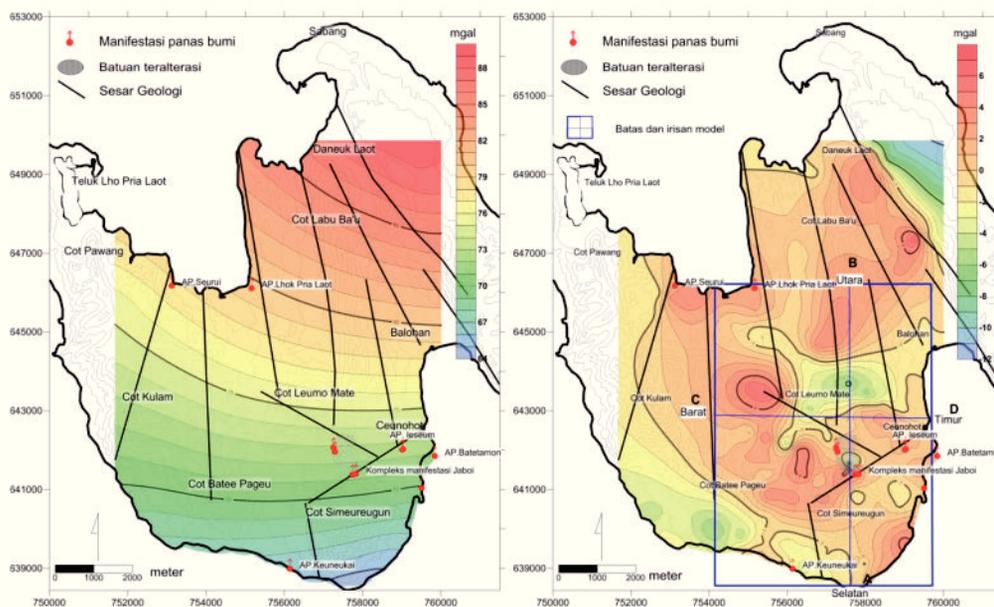
Pola kelurusan anomali Bouguer dan residual umumnya berarah barat-laut-tenggara dan utara-selatan. Di bagian tengah sekitar kompleks manifestasi panas bumi Jaboi, pola anomali gaya berat cukup kompleks yang diperlihatkan dengan beberapa pembelokan kontur yang tajam dan pengutuban nilai anomali tinggi dan rendah. Pola tersebut mencerminkan

kompleksitas struktur geologi yang berkembang di daerah tersebut. Zona struktur di daerah ini dipengaruhi oleh keberadaan Gunungapi Leumo Matee sebagai gunungapi termuda dan diperkuat oleh manifestasi panas bumi.

Anomali tinggi terisolasi di sekitar Gunung Leumo Matee diperkirakan sebagai respon suatu blok batuan berdensitas relatif lebih tinggi dari batuan sekitarnya. Sedangkan anomali rendah di area sekitarnya menjadi indikasi kuat bahwa telah terjadi perubahan sifat fisis batuan (alterasi) yang diakibatkan oleh aktivitas sistem panas bumi dalam bentuk penurunan nilai densitas batumannya.



Gambar 5. Peta anomali Bouguer densitas 2,5 gram/cm<sup>3</sup> (proses ulang dari data gaya berat, Anonim, 2005)



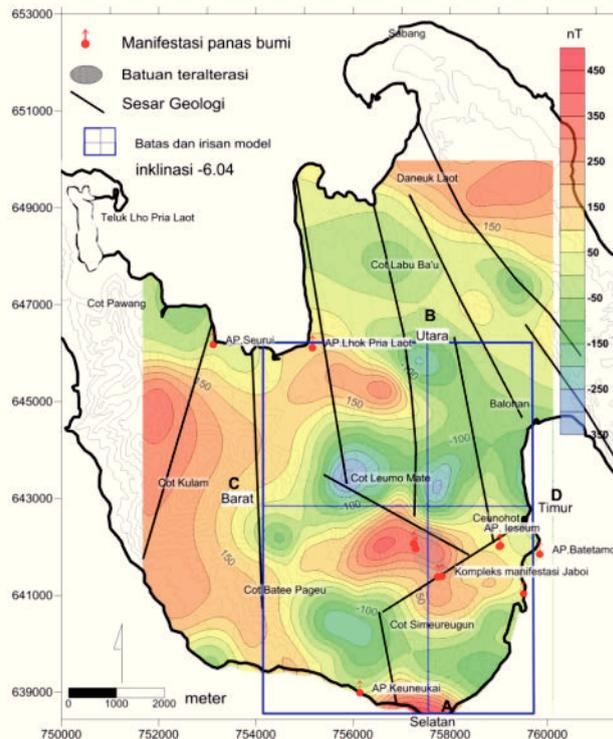
Gambar 6. Peta anomali regional dan residual densitas 2,5 gram/cm<sup>3</sup>

Pola umum sebaran magnet (Gambar 7) memperlihatkan anomali kuat positif terkonsentrasi di bagian tengah sekitar daerah Jaboi. Di bagian tengah ini terdapat kontras nilai positif dan negatif yang mencerminkan kompleksitas geologi area tersebut. Kompleksitas ini diduga dipengaruhi oleh aktivitas sistem panas bumi yang berkembang yang dapat mengubah sifat kerentanan magnet batuan sekitarnya dengan skala intensitas ubahan yang bervariasi.

Di daerah Pulau Weh batuan-batuan yang terdemagnetisasi atau mengalami penurunan kerentanan magnet memberikan respon anomali magnet kuat positif. Respon anomali ini berbeda dengan respon demagnetisasi pada umumnya yaitu anomali kuat negatif. Hal ini disebabkan daerah Pulau Weh memiliki inklinasi utara magnetik  $-6,04^\circ$  (Anonim, 2005), sehingga pada posisi ini

kerentanan rendah memberikan anomali positif yang kuat.

Hasil *upward continuation* pada ketinggian 200 m dari data magnet memperlihatkan anomali kuat negatif terdistribusi di bagian tengah mengitari anomali kuat positif. Area yang terdemagnetisasi muncul di sekitar pemunculan manifestasi panas bumi, seperti di kompleks air panas dan fumarol Jaboi, air panas Lesum, Batetamon, Keuneukai dan Lhok Pria Laot. Anomali kuat di sekitar manifestasi tersebut menunjukkan bahwa batuan bawah permukaannya telah terdemagnetisasi dengan intensitas yang berbeda-beda. Daerah Jaboi memiliki intensitas demagnetisasi tertinggi yang menjadi indikasi bahwa sistem panas bumi di Pulau Weh ini kemungkinan terkonsentrasi di kompleks manifestasi Jaboi. Perkiraan ini juga didukung oleh anomali gaya berat.



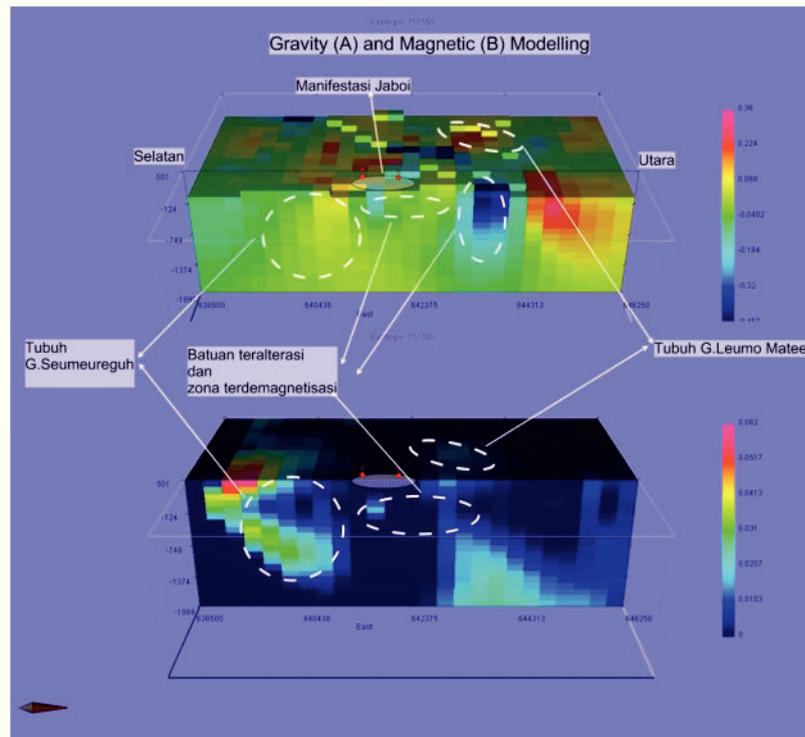
Gambar 7. Peta intensitas magnet *total upward continuation* 200 m (proses ulang dari data gaya berat, Anonim, 2005)

**HASIL DAN DISKUSI**

Untuk interpretasi pemodelan dilakukan penarikan penampang (*slice*) dengan arah selatan-utara dan barat-timur (Gambar 7).

Gambar 8 merupakan penampang pemodelan inversi 3D dari data gaya berat (atas) dan magnet (bawah) yang ditarik dengan arah selatan-utara. Kompilasi antara model gaya berat dan magnet menunjukkan beberapa struktur geologi yang diduga menjadi komponen penting dalam merekonstruksi sistem panas bumi daerah

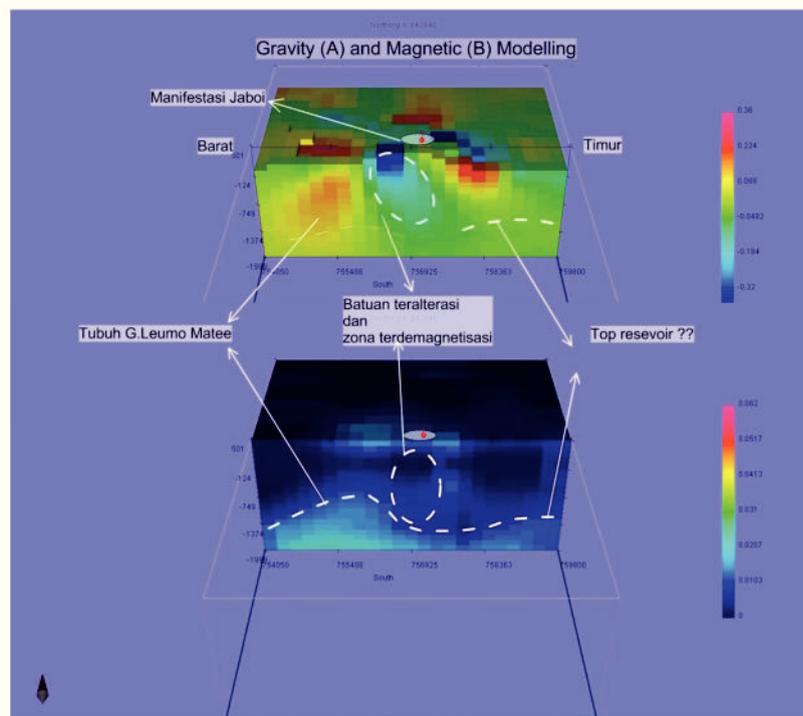
Jaboi. Pada pemodelan terindikasi suatu area dengan nilai densitas dan magnet tinggi di sisi selatan dan bagian tengah ke arah barat laut. Nilai tinggi di sisi selatan diduga merupakan respon dari tubuh Gunung Semeureuguh sedangkan yang di barat laut merupakan tubuh Gunung Leumo Matee. Daerah sekitar kompleks manifestasi Jaboi diperlihatkan oleh zona densitas dan magnet rendah yang mengindikasikan adanya pengaruh kuat dari fluida panas yang menurunkan nilai sifat fisis batuan sekitarnya.



Gambar 8. Model inversi 3D gaya berat dan magnet berarah utara-selatan

Penampang model gaya berat dan magnet kedua berarah barat-timur yang diperlihatkan oleh Gambar 9. Pada model ini, tubuh dari Gunung Leumo Matee terlihat di bagian barat sedangkan di bagian timur hanya terindikasi sebagian tubuh dari Gunung Semereuguh. Zona batuan ubahan terindikasi kuat di bagian tengah baik dari

pemodelan gaya berat dan magnet sampai kedalaman sekitar 500 m. Pada model juga terindikasi adanya suatu lapisan dengan sifat fisis yang hampir seragam yang terdeteksi pada kedalaman sekitar 750 meter. Diduga lapisan ini merupakan batas antara lapisan penutup dengan lapisan reservoir.



Gambar 9. Model inversi 3D gaya berat dan magnet berarah barat-timur

## KESIMPULAN

Analisis dan pemodelan inversi 3D dari anomali gaya berat dan magnet di daerah panas bumi Jaboi dapat menunjukkan gambaran yang lebih jelas mengenai struktur geologi bawah permukaan yang mengontrol sistem panas bumi daerah Jaboi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa terima kasih penulis sampaikan kepada kepala Pusat Sumber Daya Geologi dan tim survei panas bumi Jaboi atas dukungan data sebagai bahan penulisannya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan geofisika Pusat Sumber Daya Geologi atas kesediaan waktu diskusi dalam proses penulisan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005, Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Jaboi, Pulau Weh, NAD, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (DIM), Bandung.
- Anonim, 2006, Pemboran Landaian Suhu Daerah Panas Bumi Jaboi, Pulau Weh, NAD, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Kadir, W.G.A., 2000, Eksplorasi Gaya Berat dan Magnetik, Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- Kauffman A., and G. V. Keller, 1981, The Magnetotelluric Sounding Method, Elsevier, Amsterdam.
- Grandis, H., 2009, Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika, Institut Teknologi Bandung.
- Suhanto, E., dan Kasbani., 2007, Delineation of Prospect Area and Reservoir Structures of Jaboi Geothermal Fields as Mapped from Resistivity Data, proceeding HAGI-IAGI-IATMI joint convention Bali.

Diterima tanggal 8 Februari 2013  
Revisi tanggal 24 April 2013

UJI PENGOLAHAN DENGAN ALAT KNELSON CONCENTRATOR  
TERHADAP BIJIH EMAS PRIMER DAERAH KEDONDONG, LAMPUNG SELATAN

Oleh:

LILI TAHLI

Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Mineral Dan Batubara  
Jalan Jenderal Sudirman No. 623 Bandung 40211

**SARI**

Bijih emas primer yang digunakan dalam tulisan ini berasal dari desa Kedondong, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Contoh diambil pada titik koordinat 05°32'20" LS dan 105°01'45" BT yang masuk ke dalam WIUP PT. Karya Bukit Utama.

Karakter bijih emas yang akan diolah dianalisis dengan metode *fire assay*, analisis mikroskop, analisis ayak, derajat liberasi, bentuk dan ukuran butiran emas. Data karakter hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan metode pengolahan.

Data karakterisasi menunjukkan bahwa bijih emas di daerah penelitian dapat diolah dengan cara konsentrasi gaya berat, proses akhir terhadap produk konsentrat dapat dilakukan cara peleburan atau sianidasi.

Hasil uji pengolahan memakai alat *Knelson Concentrator* terhadap contoh kode TK.24 dapat meningkatkan kadar emas dari 21,87 g/t menjadi 399,76 g/t dengan *recovery* 91,57 %, dan terhadap contoh kode TK.27 bisa meningkatkan kadar emas dari 8,93 g/t menjadi 165,80 g/t dengan *recovery* 87,26 %.

**Kata kunci** : emas, kadar, konsentrasi gaya berat, *Knelson Concentrator*

**ABSTRACT**

*The object of this research is gold ore from Kedondong village, District of Kedondong, Pesawaran Regency, Lampung. The samples were taken at the coordinates 05°32'20" Latitude and 105°01'45" Longitude under the mining area of PT Karya Bukit Utama.*

*Samples from two locations (coded TK.24 and TK.27) were in the form of boulder to fine sand, measuring between +16 -150 mesh, which is dominantly gray and brown color. Several laboratory analyses were conducted to the samples, consist of fire assay, microscope, sieve, the degree of liberation, the analysis of shape and size of the gold grains.*

*Based on several characteristics of samples such as gold content, associated mineral types, the shape and size of gold grain and liberation percentage, the gold ore can be processed by gravity concentration and the final process can be made by smelting the concentrate or cyanidation.*

*The processing through Knelson Concentrator would increase the gold content of TK.24 sample from 21.87 g/t to 399.76 g/t with 91.57% recovery and of TK.27 sample would increase from 8.93 g/t to become 165.80 g/t with 87.26% recovery.*

**Keywords:** *Knelson Concentrator, gravity concentration, content, gold.*

**PENDAHULUAN**

Bijih emas di daerah Kedondong, Lampung Selatan yang termasuk wilayah PT. Karya Bukit Utama mempunyai karakter yang sangat variatif diantaranya kadar emas dan perak, jenis mineral sampingan, bentuk butiran emas, ukuran butiran emas dan persen liberasinya.

Geologi daerah pengambilan contoh didominasi batuan vulkanik yang terdiri dari breksi andesitik, batuan porfiri, lava, tufa lapili, tufa berbutir sedang sampai kasar dan tufa andesitik. Genesa mineralisasi khususnya emas terdapat sebagai cebakan primer maupun sekunder. Cebakan primer terbentuk pada Formasi Andesit Tua berbentuk urat kuarsa, sedangkan cebakan sekunder terbentuk sebagai

terendapkan pada lembah dan sungai sekitarnya (Tahli, dkk; 1999).

Karakterisasi bijih emas ini bertujuan untuk mengetahui karakter bijih emas dari berbagai titik contoh yang diambil sehingga bisa

menentukan metode pengolahan yang akan digunakan (Cases. Vandoeuvre-les-Nancy, 1993). Lokasi pengambilan contoh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh bijih emas di Daerah Kedondong, Lampung Selatan (Tahli, 1998)

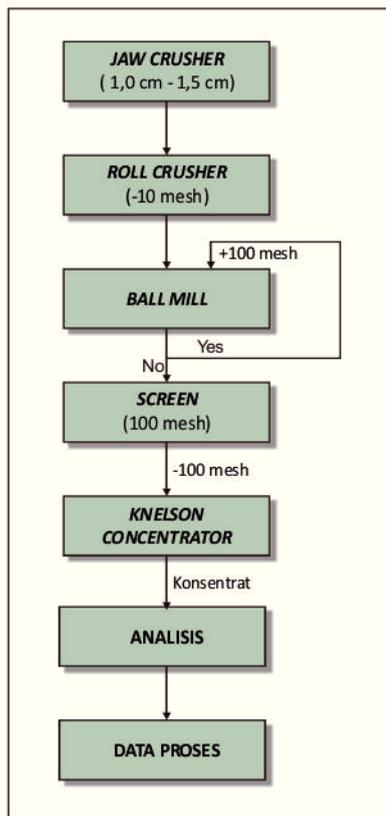
## METODE

Preparasi conto melalui tahapan pengeringan, pemecahan, penggilingan, penyontoan dan penimbangan. Karakterisasi bijih emas menggunakan *fire assay* untuk mengetahui kadar emas dan perak, analisis ayak untuk mengetahui distribusi ukuran per fraksi, dan analisis mikroskop untuk mengetahui jenis mineral, derajat liberasi, bentuk dan ukuran butiran.

Uji pengolahan menggunakan cara konsentrasi gaya berat dengan alat *Knelson Concentrator*. Pemisahan butiran-butiran emas dengan mineral-mineral lain terjadi karena perbedaan berat jenis dari mineral-mineral tersebut. Kriteria konsentrasi merupakan nilai derajat liberasi untuk menentukan butiran emas yang dapat dipisahkan (Tobing, 2005). Alat *Knelson Concentrator* (Metso Mineral, 2009) dapat dilihat pada Gambar 2 dan bagan alir tahapan uji coba pengolahan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Alat *Knelson Concentrator*



Gambar 3. Bagan alir tahapan uji pengolahan

Perhitungan persentase recovery emas dan perak mengikuti rumus-rumus material balance sebagai berikut (Tobing,2005);

$$F = C + T \dots\dots\dots(1)$$

$$fF = cC + tT \dots\dots\dots(2)$$

$$R = \frac{cC}{fF} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana : F = berat *feed* (ton)  
 C = berat konsentrat (ton)  
 T = berat *tailing* (ton)  
 f, c, t = masing-masing: kadar *feed*, konsentrat dan *tailing* (g/t)  
 R = *Recovery* (%)

Jika dibandingkan berat logam emas dengan bijih sangat kecil, maka dapat dikatakan bahwa Jumlah Umpan = Jumlah *Tailing* sehingga rumus

di atas berubah menjadi berikut;

$$F = T \dots\dots\dots(4)$$

$$fF = cC + tT$$

$$cC = (f - t)F$$

$$R = \frac{(f-t)}{f} \times 100 \%$$

$$R = \frac{f-t}{f} \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

**HASIL PENELITIAN**

**Hasil Karakterisasi**

Karakterisasi yang telah dilakukan menghasilkan data *fire assay*, mineral *head sample*, besar butir dan derajat liberasi, ukuran dan bentuk butiran emas, serta mineragrafi terhadap lima fraksi hasil analisis ayak.

**Hasil analisis *fire assay***

Kadar emas dan perak hasil analisis dengan metode *fire assay* terhadap dua jenis kode conto masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.  
Hasil analisis *fire assay*

No.	Kode	Kadar (g/t)	
		Au	Ag
1	TK.24	21,87	287,83
2	TK.27	8,93	172,73

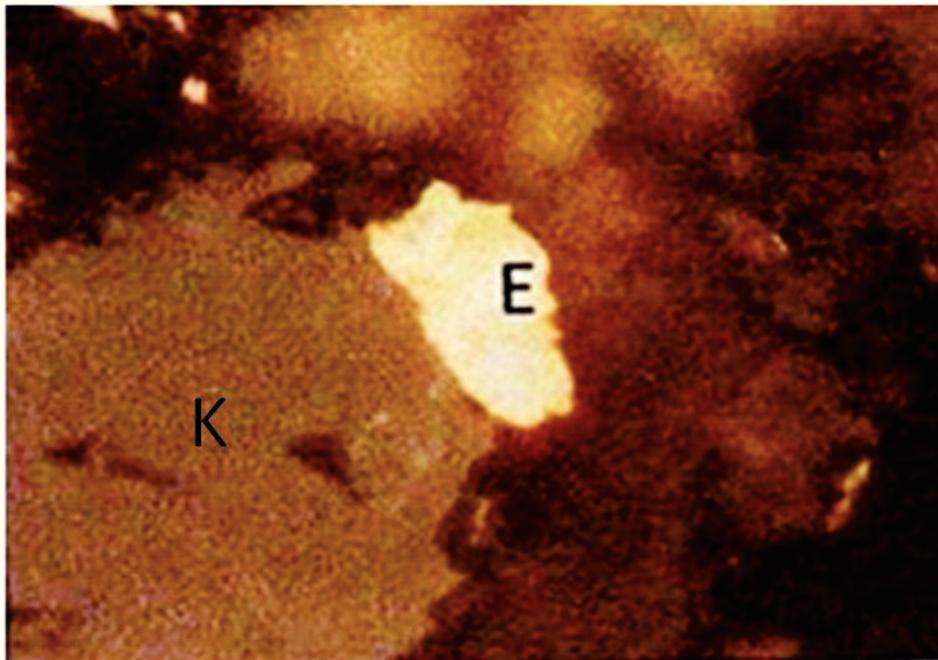
**Hasil analisis mineragrafi**

Analisis mineral, liberasi, bentuk dan ukuran butiran emas terhadap *head sample* dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi terhadap dua conto sayatan poles kode TK.24 dan kode TK.27. Dari pengamatan menunjukkan mineral-mineral yang terdapat di dalam kedua conto tersebut jenisnya hampir sama, didominasi oleh mineral logam dan sedikit kuarsa. Hasil pengamatan masing-masing conto dapat dilihat pada Tabel 2, Gambar 4 dan 5.

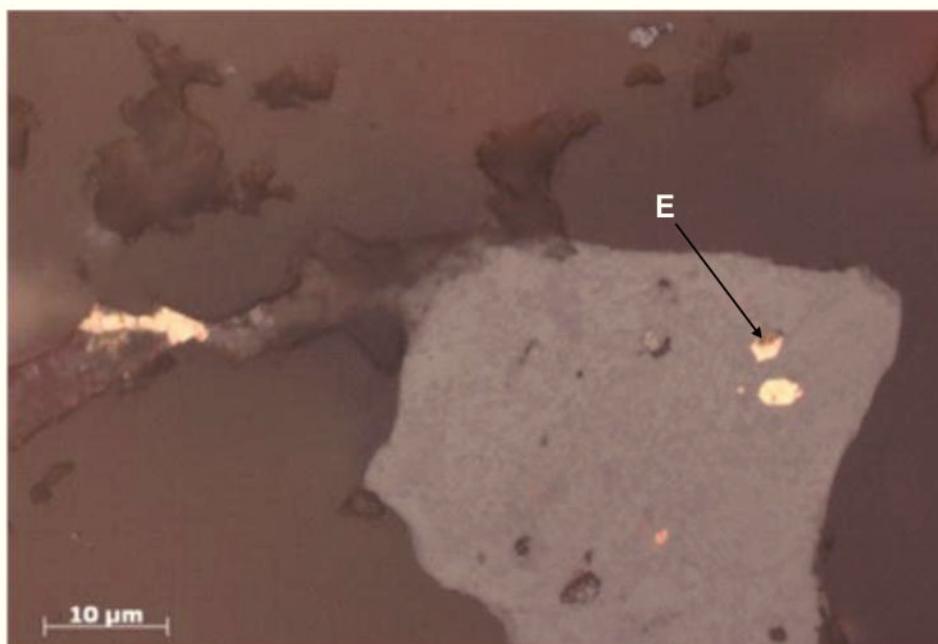
Tabel 2.  
Hasil analisis mineragrafi

Kode	Jenis Mineral	Ukuran Butiran Emas (mm)	Bentuk Butiran Emas
TK.24	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pirit, warna krem pucat, isotropik, relief tinggi, bentuk butir kristalin kubik halus, diketemukan sebagai butiran lepas.</li> <li>- Kalkopirit, warna kuning, berbutir halus diketemukan sebagai butiran lepas.</li> <li>- Limonit, warna abu-abu keruh merupakan hasil ubahan pirit.</li> <li>- Emas, warna kuning emas, berukuran 0,20 – 0,30 mm diketemukan berikatan dengan kuarsa dan limonit.</li> </ul>	0,20-0,30	Pipih

TK.27	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pirit, warna krem pucat, isotropik, relief tinggi, bentuk butir kristalin kubik halus-sangat halus, ditemukan sebagai butiran lepas.</li> <li>- Kalkopirit, warna kuning, berbutir halus ditemukan sebagai butiran lepas.</li> <li>- Limonit, warna abu-abu keruh merupakan hasil ubahan pirit.</li> <li>- Emas, warna kuning emas, ditemukan berikatan dengan kuarsa dan limonit.</li> </ul>	0,06-0,08	Pipih-bulat
-------	--	-----------	-------------



Gambar 4. Fotomikrograf sayatan poles batuan urat kuarsa, Kode TK.24; Tampak emas (E) sebagai inklusi di dalam kuarsa (K)



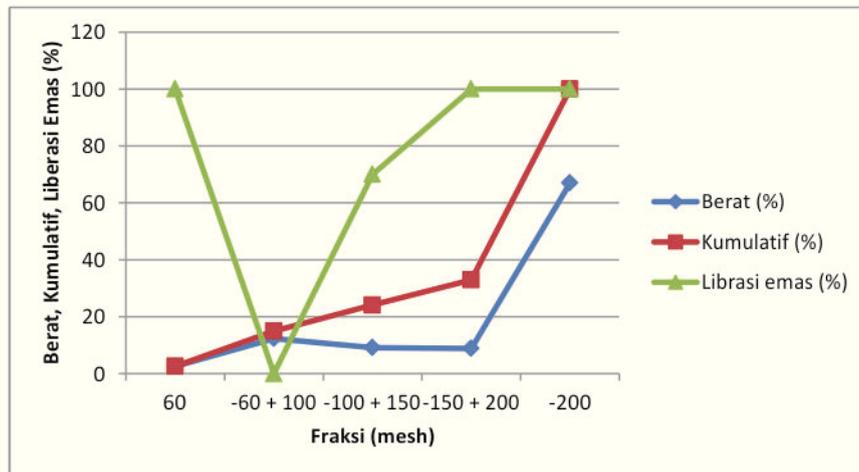
Gambar 5. Fotomikrograf sayatan poles conto batuan urat kuarsa, Kode TK.27. Tampak emas (E) sebagai inklusi di dalam limonit dan kuarsa

**Hasil analisis ayak dan persen liberasi**

Analisis ayak dan persen liberasi dilakukan untuk mengetahui distribusi berat per fraksi ukuran dan untuk mengetahui liberasi butiran emas dari mineral lain. Analisis ayak menggunakan ayakan standard ASTM dengan cara basah, analisis persen liberasi menggunakan mikroskop polarisasi terhadap tiap fraksi hasil pengayakan. Hasil analisis masing-masing contoh dapat dilihat pada Tabel 3, 4, dan 5, Gambar 6 dan 7.

Tabel 3. Hasil analisis ayak dan derajat liberasi sampel kode TK.24

No.	Analisis Ayak Hasil Giling 30 menit contoh kode TK.24				Liberasi Emas (%)
	Fraksi (mesh)	Berat (gr)	Berat (%)	Kumulatif (%)	
1.	+60	22,28	2,60	2,60	100,00
2.	-60 + 100	106,06	12,37	14,97	tt
3.	-100 + 150	78,35	9,15	24,12	70,00
4.	-150 + 200	75,99	8,86	32,98	100,00
5.	-200	574,43	67,02	100,00	100,00
		857,11			



Gambar 6. Grafik % berat, kumulatif dan % liberasi vs fraksi ukuran contoh Kode TK.24 hasil giling 30 menit

Tabel 3 dan gambar 6 menunjukkan persen berat pada fraksi kasar (+60 mesh) sedikit yaitu 2,60% dan pada fraksi ukuran -60+100, -100+150, -150+200 mesh menunjukkan distribusi berat yang hampir merata yaitu antara 8,86 – 12,37%. Distribusi berat dominan pada fraksi -200 mesh yaitu 67,02%. Butiran emas ada juga yang berukuran kasar dan terliberasi 100% pada fraksi +60 mesh, sedangkan pada fraksi -100+150 mesh terliberasi hanya 70%, terliberasi 100% pada fraksi -150+200 mesh dan -200 mesh. Dengan kondisi seperti itu maka ukuran material yang diambil untuk keperluan uji pengolahan yaitu mulai fraksi -100 mesh sampai -200 mesh.

-60+100, -100+150 mesh) distribusinya hampir merata antara 2,47-7,45%. Dengan data tersebut yaitu persen berat pada fraksi -100 mesh yang memenuhi persyaratan untuk pengolahan hanya sebesar 30% dan yang perlu digiling sebanyak 70%.

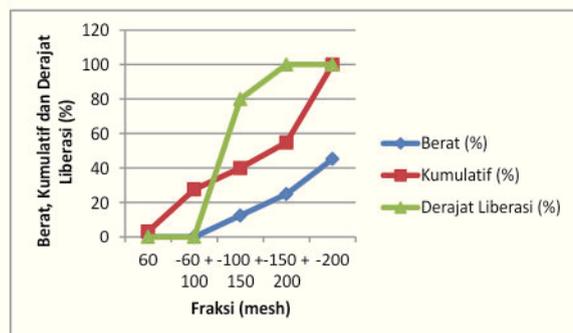
Tabel 4. Hasil analisis ayak terhadap head sample kode TK.27

No.	Analisis Ayak Head Sample Kode TK .27			
	Fraksi (mesh)	Berat (gr)	Berat (%)	Kumulatif (%)
1.	+16	146,70	37,39	37,39
2.	-16 + 40	73,66	18,76	56,15
3.	-40 + 60	30,82	7,85	64,00
4.	-60 + 100	23,44	6,00	70,00
5.	-100 + 150	9,70	2,47	72,47
6.	-150	108,01	27,53	100,00
		392,33		

Tabel 4 adalah hasil analisis ayak head sample kode TK.27 yang tidak digiling, menunjukkan persen berat yang tinggi terdapat pada fraksi kasar (+16 dan -16+40 mesh) dan pada fraksi halus (-150 mesh) yaitu antara 18,76 - 37,39%. Sedangkan pada fraksi sedang (-40+60,

Tabel 5. Hasil analisis ayak dan persen liberasi contoh kode TK.27

No.	Analisis Ayak Hasil Giling 30 menit Kode TK.27				Derajat Liberasi (%)
	Fraksi (mesh)	Berat (gr)	Berat (%)	Kumulatif (%)	
1.	+60	19,62	3,16	3,16	tt
2.	-60 + 100	151,41	14,37	27,53	tt
3.	-100 + 150	77,22	12,43	39,96	80,00
4.	-150 + 200	92,16	24,83	54,79	100,00
5.	-200	280,88	45,21	100,00	100,00
		621,29			



Gambar 7. Grafik % berat, kumulatif dan % liberasi vs Fraksi ukuran kode contoh TK.27 hasil giling 30 menit

Tabel 5 dan gambar 7 menunjukkan bahwa persen berat pada fraksi kasar (+60,-60+100 mesh) relatif sedikit yaitu antara 3,16 - 14,37% atau berjumlah 17,53% dan pada fraksi ukuran -100+150, -150+200, dan fraksi -200 mesh menunjukkan peningkatan persen berat yaitu antara 12,43 - 45,21% atau berjumlah 82,47%. Dengan distribusi berat -100 mesh lebih

besar dari 80% adalah memenuhi persyaratan untuk pengolahan secara konsentrasi gaya berat (Taggart, 1967).

Hasil analisis komposisi mineral per fraksi, hasil analisis ukuran dan bentuk butiran emas per fraksi contoh kode TK.24 dan hasil perhitungan Kriteria Konsentrasi (KK) masing-masing dapat dilihat pada Tabel 6, 7 dan 8.

Tabel 6.  
Komposisi mineral impurities per fraksi

Fraksi (mesh)	Komposisi (%)					
	Pirit	Kalkopirit	Limonit	Ilmenit/ Hematit	Gangue	Emas
+60	9	3	66	8	14	$5 \times 10^{-2}$
-60 +100	10	3	70	5	12	$3 \times 10^{-3}$
-100 +150	10	4	65	6	15	$8 \times 10^{-3}$
-150 +200	8	2	71	5	14	$9 \times 10^{-3}$
-200	7	-	72	5	16	$3 \times 10^{-3}$

Tabel 7.  
Ukuran dan bentuk butiran emas per fraksi sampel kode TK.24

NO	Fraksi (mesh)	Ukuran Butiran Emas (mm)	Bentuk Butiran Emas	Liberasi Emas (%)
1	+60	0,25	pipih	100,00
2	-60+100	tt	tt	Tt
3	-100+150	0,02	pipih	50,00
4	-150+200	0,01	bulat	100,00
5	-200	0,015	Pipih-bulat	100,00

Tabel 8.  
Hasil perhitungan Kriteria-Konsentrasi mineral

No	Ikatan Mineral	Kriteria Konsentrasi (KK)
1	Emas -Pirit	4,50
2	Emas -Kalkopirit	5,45
3	Emas -Limonit	6,00
4	Emas -Ilmenit	4,74
5	Emas -Hematit	4,23
6	Emas - Ku arsa	10,91

### Hasil Uji pengolahan

Pengolahan bijih emas contoh kode TK.24 dengan *Knelson Concentrator* pada ukuran

umpan = -100 mesh, kecepatan umpan = 2,2 kg/menit, tekanan air = 2,5 kg/cm. Hasil uji pengolahan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9.  
Hasil uji pengolahan terhadap contoh kode TK.24 dengan alat *Knelson Concentrator*

Kadar Awal Au 21,87 g/t dan Ag 287,83 g/t						
No.	Produk	Berat (%)	Kadar (g/t)		Recovery (%)	
			Au	Ag	Au	Ag
1.	Konsentrat	5,61	399,76	3.427,12	91,57	49,65
2.	Tailing	94,99	1,94	152,55	8,43	50,35
		100,00			100,00	100,00

Tabel 9 menunjukkan hasil uji pengolahan conto kode TK.24 dengan *Knelson Concentrator* menunjukkan peningkatan kadar emas dari 21,87 g/t menjadi 399,76 g/t dengan *recovery* 91,57% dan perak meningkat dari 287,83 g/t menjadi 3.427,12 g/t dengan *recovery* 49,65%. Hasil pengujian cukup baik tetapi belum memenuhi syarat peleburan (kadar emas > 500

g/t) untuk itu perlu dilakukan pengolahan kembali dengan alat meja goyang.

Uji pengolahan terhadap conto kode TK.27 dengan alat *Knelson Concentrator* dengan kondisi proses ukuran umpan -100 mesh, kecepatan umpan 2 kg/menit, tekanan air 2,5 kg/cm dan hasil uji pengolahan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10.

Hasil uji pengolahan terhadap contoh kode TK.27 dengan alat *Knelson Concentrator*

Kadar Awal Au 8,93 g/t dan Ag 172,73 g/t						
No.	Produk	Berat (%)	Kadar (g/t)		Recovery (%)	
			Au	Ag	Au	Ag
1.	Konsentrat	4,70	165,80	3.275,05	87,26	89,11
2.	Tailing	95,30	1,194	19,74	12,74	10,89
		100,00			100,00	100,00

Tabel 10 adalah hasil uji pengolahan conto kode TK.27 dengan alat *Knelson Concentrator* mampu meningkatkan kadar emas dari 8,93 g/t menjadi 165 g/t dengan *recovery* 87,26% dan kadar perak mampu ditingkatkan dari 172,73 manjadi 3.275,05 g/t dengan *recovery* 89,11%.

**PEMBAHASAN**

Karakter bijih emas dari conto kode TK.24 dan TK.27 pada prinsipnya memenuhi syarat untuk diolah dengan metode konsentrasi gaya berat.

Hasil analisis *fire assay* (Tabel 1) menunjukkan bahwa bijih emas pada conto-conto di atas secara teknis maupun ekonomis dapat diolah dengan metode konsentrasi gaya berat, maupun dengan amalgamasi dan dengan metode pelarutan seperti sianidasi & *CIL absorption*.

Dilihat dari jenis mineral pengotor yang ada dan berdasarkan hasil perhitungan kriteria konsentrasi (Tabel 8) pengolahan (pemisahan) dengan konsentrasi gaya berat mudah dilakukan untuk semua ukuran dan bentuk. Makin kasar dan bulat butiran emas maka makin mudah dalam pengolahan. Pengolahan dengan konsentrasi gaya berat akan semakin sulit apabila ukuran butiran emas sangat halus dan berbentuk pipih untuk itu diperlukan penanganan yang teliti dan pengaturan variabel proses yang sesuai.

Hasil analisis ayak setelah digiling selama 30 menit untuk kedua conto menunjukkan butiran emas memiliki kondisi yang

sesuai untuk pengolahan dengan cara konsentrasi gaya berat dalam meningkatkan kadar dan *recovery*.

Hasil uji pengolahan dengan metode konsentrasi gaya berat memakai alat *Knelson Concentrator* terhadap dua jenis contoh diatas, menunjukkan peningkatan kadar emas dan perak yang signifikan dengan *recovery* lebih tinggi dari 70%. Untuk conto TK.24 peningkatan kadar emasnya sangat tinggi dari 21,87 g/t menjadi 399,76 g/t dengan *recovery* 91,57% ,dan perak dari 287,83 g/t menjadi 3.427,12 g/t dengan *recovery* 49,65%. Sedangkan untuk conto TK.27 peningkatan kadar emasnya dari 8,93 g/t menjadi 165,80 g/t dengan *recovery* 87,26 % dan perak dari 172,73 g/t menjadi 3.275,05 g/t dengan *recovery* 89,11%.

**KESIMPULAN**

Karakteristik bijih emas di daerah Kedondong, Lampung Selatan dapat diolah dengan alat *Knelson Concentrator* sehingga mampu meningkatkan nilai kadar dan *recovery* emas dan perak secara signifikan.

Uji pengolahan yang disajikan dalam tulisan ini dapat dikembangkan ke arah skala yang lebih besar yaitu skala pilot maupun skala produksi.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan makalah ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Berry L.G. and Masson B., 1971. Mineralogy Concept Description and Determinations W.H. Freeman and Co, San Fransisco.

- J. Cases. Vandoeuvre-les-Nancy., 1993. Gold and silver extraction from sulfidic ore , International Journal of Mineral Processing, Vol. 39
- Tahli. Lili., Erwin., Tatang Wahyudi., dan Safri Munir., 1999. Pengolahan Bijih Emas dengan cara Konsentrasi Gravity Skala Pilot Plant di Lampung Selatan., Laporan teknik Pengolahan No. 136, 151, dan 164, PPPTM Bandung.
- Metso Mineral, 2009. Basic in mineral Processing New York.
- Taggart A.F., 1967. Hand Book of Mineral Dressing, Mc. Graw Hill Book Co. Inc. New York, London.
- Tobing, 2005, Pengolahan Bahan Galian (Mineral Dressing), Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

Diterima tanggal 15 Februari 2013  
Revisi tanggal 26 April 2013

Robert Lumban Tobing  
(Pusat Sumber Daya Geologi)

SERPIH SILAT DAERAH NANGASERAWAI,  
KABUPATEN SINTANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT  
DAN POTENSINYA SEBAGAI SERPIH GAS

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 1 Hal. 1 - 6

Serpih Silat termasuk di dalam Cekungan Melawi yang terendapkan pada lingkungan lakustrin dan delta. Satuan ini tersusun oleh batuan serpih berwarna abu-abu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras dan getas. Setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus berwarna kelabu kekuningan.

Hasil analisis geokimia organik dan maseral pada conto serpih terindikasi mengandung material organik dengan kategori sedang-baik. Material organik tersebut terdiri dari maseral vitrinit dan liptinit. Maseral vitrinit berasal dari tumbuhan tinggi, dan maseral liptinit berasal dari lemak tanaman atau alga laut. Berdasarkan hasil analisis TOC, kandungan organik pada serpih tersebut berkisar 0,54 - 1,15%, yang merupakan kerogen tipe III dan campuran antara kerogen tipe II/III. Kerogen tipe III memiliki kecenderungan untuk menghasilkan gas, sedangkan campuran kerogen tipe II/III memiliki kecenderungan menghasilkan gas dan minyak.

**Kata kunci:** lemak tanaman, serpih gas, geokimia organik, petrografi organik, maseral, kerogen, kematangan.

\*Dedi Kusnadi, \*\*Nova Novelyarisanti, \*\*Rizka Novianda  
\*Pusat Sumber Daya Geologi,  
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254  
\*\*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor

KARAKTERISTIK GEOKIMIA MANIFESTASI PANAS BUMI  
DAERAH SAMPURAGA, KABUPATEN MANDAILING  
NATAL, SUMATERA UTARA

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 1 Hal. 6 - 14

Penyelidikan dilakukan di daerah Sampuraga, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara. Di daerah tersebut ditemukan dua sumber mata air panas berdekatan dengan derajat keasaman (pH) yang berbeda. Penyelidikan yang dilakukan meliputi pengukuran pH, suhu, debit, daya hantar listrik, dan luas manifestasi mata air panas. Dilakukan juga analisis geokimia air seperti anion, kation, dan isotop terhadap conto lapangan di laboratorium serta membandingkan reaksi kimia yang terjadi antara air panas ber-pH asam dengan netral.

Dari beberapa mata air panas bertemperatur tinggi yang ada di Sampuraga, suhu tertinggi terdapat di lokasi Sampuraga 2 yaitu 100,8°C. pH air panas di lokasi ini berkisar dari asam sampai netral dengan debit cukup besar (1- 4 l/detik). pH dan temperatur berperan dalam mekanisme reaksi kimia yang terjadi. Berdasarkan pendugaan geotermometer air NaK didapatkan perkiraan temperatur reservoir sebesar 233°C yang termasuk ke dalam temperatur tinggi.

**Kata kunci :** air klorida, derajat keasaman, manifestasi panas bumi, sinter karbonat, temperatur tinggi.

\*Soepriadi, \*\*Nadhirah Seraphine, \*\*Dyah Manis Novihapsari  
\*Pusat Sumber Daya Geologi,  
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254  
\*\*Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran,  
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21 Jatinangor

POTENSI ENDAPAN PASIR BESI  
DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT,  
PROVINSI LAMPUNG

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 1 Hal. 15 - 25

Pasir besi merupakan salah satu bahan baku dasar dalam berbagai macam industri hilir yang beberapa tahun terakhir kebutuhannya cenderung meningkat. Pasir besi banyak dijumpai sepanjang pantai di Indonesia, sebagian besar berasal dari batuan gunungapi bersifat andesit – basal.

Penelitian ini dilakukan di Blok Lemong-Cahaya Negeri-Malaya, Blok Kotakarang, Blok Way Gedau dan Baturaja dan Blok Tanjung Jati yang termasuk Kabupaten Lampung Barat. Beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya endapan pasir besi antara lain; pantainya relatif lebih landai, dan berdekatan dengan batuan sumber. Metoda yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari pemetaan geologi, pengeboran, preparasi conto, pemisahan mineral dan analisis laboratorium.

Dari hasil pengeboran dilakukan korelasi dan rekonstruksi antar satuan endapan pasir besi untuk mendapatkan gambaran ketebalan dan sebaran. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa persentase derajat kemagnetan (MD) antara 6,40 - 27,16% dan bobot isi (*Specific Gravity*, SG) antara 2,99 - 4,23 gram/cm<sup>3</sup>, dengan kadar TiO<sub>2</sub> antara 7,93 - 16,19% sebagai mineral pengotor. Hasil perhitungan sumber daya tereka menunjukkan bahwa endapan pasir besi di daerah penelitian sebesar 1.773.480 ton dengan potensi konsentrat sebesar 363.787,45 ton.

**Kata Kunci :** Kandungan Fe total, Pasir Besi, Pesisir Lampung Barat.

Ahmad Zarkasyi dan Edi Suhanto  
(Pusat Sumber Daya Geologi)

PEMODELAN INVERSI 3D GAYA BERAT  
DAN MAGNET PADA SISTEM PANAS BUMI  
DAERAH JABOI, PULAU WEH, PROVINSI ACEH

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 1 Hal. 26 - 32

Pemodelan geofisika bersifat tidak unik sehingga dapat menghasilkan beberapa model. Pemodelan gaya berat dan magnet yang dilakukan di daerah panas bumi Jaboi, Provinsi Aceh pada tahun 2005 oleh Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral masih menggunakan *forward modelling* dan belum dapat menggambarkan kondisi 3D sistem panas bumi daerah ini. Pemodelan inversi 3D adalah salah satu teknik pemodelan yang parameter modelnya diperoleh langsung dari data pengamatan. Teknik ini diaplikasikan pada data gaya berat dan magnet di daerah Jaboi untuk mengidentifikasi sistem dan area keprospekan panas bumi. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa sistem panas bumi terkonsentrasi di bawah struktur Graben Jaboi yang berada di antara Gunung Leumo Matee dan Semereuguh dengan kedalaman puncak resevoir sekitar 750 meter dari permukaan.

**Kata kunci:** gaya berat, Jaboi, magnet, pemodelan 3D, sistem panas bumi.

Lili Tahli  
(Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara)

UJI PENGOLAHAN DENGAN ALAT KNELSON  
CONCENTRATOR TERHADAP BIJIH EMAS PRIMER  
DAERAH KEDONDONG, LAMPUNG SELATAN

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 1 Hal. 33 - 40

Bijih emas primer yang digunakan dalam tulisan ini berasal dari desa Kedondong, Kecamatan Kedondong, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Contoh diambil pada titik koordinat 05° 32'20" LS dan 105°01'45" BT yang masuk ke dalam WIUP PT. Karya Bukit Utama.

Karakter bijih emas yang akan diolah dianalisis dengan metode *fire assay*, analisis mikroskop, analisis ayak, derajat liberasi, bentuk dan ukuran butiran emas. Data karakter hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan metode pengolahan.

Data karakterisasi menunjukkan bahwa bijih emas di

daerah penelitian dapat diolah dengan cara konsentrasi gaya berat, proses akhir terhadap produk konsentrat dapat dilakukan cara peleburan atau sianidasi.

Hasil uji pengolahan memakai alat *Knelson Concentrator* terhadap contoh kode TK.24 dapat meningkatkan kadar emas dari 21,87 g/t menjadi 399,76 g/t dengan *recovery* 91,57 %, dan terhadap contoh kode TK.27 bisa meningkatkan kadar emas dari 8,93 g/t menjadi 165,80 g/t dengan *recovery* 87,26 %.

**Kata kunci** : emas, kadar, konsentrasi gaya berat, *Knelson Concentrator*



Lokasi berada di puncak G.Batur, Bali di salah satu Kawah yang masih aktif. Terlihat rombongan tim yang akan sampling gas dengan latar batuan teralterasi dan sublimasi belerang di bagian atas sedangkan di dasar kawah terdapat sisa pipa vulkanik lava basalt yang membentuk tiang sisa erupsi G.Batur



Kegiatan pembuatan *Dimentional Stone* dari batu andesit sebagai bahan baku pembuatan patung di Muntilan



Penambangan batu paras (*dimensional stone*) sebagai bahan baku tegel, batu ornamen, patung dan looster di Gunung Kidul



Travertin yang mengalir bagaikan terjun di daerah panas bumi Sipoholon, Sumatera Utara



Dengan sisa tenaga yang telah terkuras terus berjalan sepanjang Sungai Waeapo, Pulau Buru untuk menuju lokasi manifestasi panas bumi dan Alterasi batuan yang sudah nampak di depan



Mata air panas di Daerah Panas Bumi Sipoholon di Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara



"Room and Pillar Mining Method" merupakan salah satu metoda canggih yang biasanya diterapkan dalam sistem penambangan bawah tanah. Ternyata metoda ini telah sejak lama digunakan pada "kumbung" atau penggalian dolomit secara tradisional untuk dijadikan pengganti batubata atau batu fondasi di sepanjang pantai utara Jawa Timur dan Pulau Madura. Lokasi foto di daerah Desa Sidokelar, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur.



Manifestasi Panas Bumi, Dolok Morawa 4

**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 (<i>title</i>)</b>	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 Abstract</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 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
III	<b>Pendahuluan (<i>Introduction</i>)</b>	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

<b>IV</b>	<b>Metodologi</b>	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.
<b>V</b>	<b>Hasil Analisis</b> ( <i>Results and Analysis</i> ).	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
<b>VI</b>	<b>Pembahasan atau Diskusi</b> ( <i>Discussion</i> ).	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.
<b>VII</b>	<b>Kesimpulan dan Saran.</b> ( <i>Conclusions and Recommendation</i> )	Berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji hipotesis tentang penelitian, dan berisi segitiga konsistensi (masalah, tujuan dan kesimpulan)
<b>VIII</b>	<b>Ucapan Terima Kasih</b> ( <i>Acknowledgements</i> )	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
<b>IX</b>	<b>Acuan</b> ( <i>References</i> )	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> )

## Beberapa contoh penulisan sumber acuan :

### Jurnal

Harvey, R.D. dan Dillon, J.W., 1985. Maceral distribution in Illinois cals 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 Tatun volcanic region. Di dalam :  
Barnes, H.L. (ed.), 1979. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd 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/) [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

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

