

# buletin

# SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 9 No. 1, Mei 2014



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

**Badan Geologi**

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 9	No. 1	Halaman 1 - 68	Bandung Mei 2014	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah kutipan keputusan kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012
--------------------------------	--------	-------	-------------------	---------------------	--

**KETERANGAN SAMPUL DEPAN**

Contoh Tambang Terbuka ± 100 m dari Lintasan C Desa Mangupeh, Kecamatan Ilir Tengah, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.



LEMBAGA  
ILMU PENGETAHUAN  
INDONESIA

**P2  
MI**  
Panitia  
Penilai  
Majalah  
Ilmiah



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

# SERTIFIKAT

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

## Akreditasi Majalah Ilmiah

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

**Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi**

**ISSN : 1907-5367**

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

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

## TERAKREDITASI

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

Cibinong, 24 April 2012

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

→ Prof. Dr. Rochadi  
NIP 195007281978031001

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





### PENGANTAR REDAKSI

Tidak terasa sudah hampir satu dekade Buletin Sumber Daya Geologi hadir di tengah masyarakat pemerhati sumber energi dan mineral dengan sajian informasi ilmiah yang mengungkap kekayaan alam Indonesia ini. Energi dan mineral merupakan sektor strategis nasional yang secara signifikan sebagai penggerak pembangunan di segala bidang. Untuk itu data dan informasi mengenai potensi sumber daya energi dan mineral perlu disebarluaskan terutama untuk acuan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan sumber daya ini. Buletin Sumber Daya Geologi merupakan satu-satunya majalah ilmiah terakreditasi paling konsisten melakukan diseminasi informasi energi dan mineral.

Dalam nomor perdana tahun 2014 ini hadir 5 makalah dengan topik beragam dan menarik untuk disimak. Metode seismik refleksi dalam eksplorasi batubara masih merupakan hal yang baru. Salah satu makalah dalam bulletin ini mencoba mendiskusikan bagaimana seismik refleksi dapat mendelineasi sebaran lapisan batubara di bawah permukaan yang sangat dalam. Pemanfaatan sistem informasi geografi untuk mengintegrasikan data geologi dan geokimia dalam penentuan zonasi mineralisasi logam menjadi salah satu sajian andalan nomor ini. Dan tak kalah menarik redaksi menghadirkan makalah yang memberikan informasi tentang karakteristik batuan induk hidrokarbon, tipe urat dan alterasi hidrotermal dari endapan porfiri Cu-Au di Wonogiri dan penggunaan data geomagnet dan VLF untuk deliniasi potensi bijih besi.

Kesetiaan Buletin untuk senantiasa hadir di tangan pembaca merupakan hasil kerjasama harmonis dan bersinambungan antara dewan redaksi, para editor dan mitra bestari yang mumpuni. Kontribusi makalah dari para penulis juga berperan penting dalam menjaga kontinuitas dan kualitas di setiap terbitan. Untuk itu terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada para editor, mitra bestari dan para penulis. Redaksi sangat terbuka untuk saran dan kritik membangun bagi keberlangsungan dan peningkatan kualitas baik isi maupun tampilan Buletin Sumber Daya Geologi yang kita banggakan ini. Selamat menikmati.

Salam hangat  
Dewan Redaksi

#### Penasihat

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

#### Penanggungjawab

Ir. Prima Muharam Hilman, M.Sc

#### Redaktur

Ir. Rina Wahyuningsih

Ir. Denni Widhiyatna

Ir. Herry Rodiana Eddy, M.Si

Edi Suhanto, ST., M.Si

Ir. Sabtanto Joko Suprpto

Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi

#### Editor

Dr. Ir. Bambang Tjahjono, M.Sc

Ir. Bambang Pardiarto

Ir. Kusdarto

Ir. Deddy Amarullah

Ir. Raharjo Hutamadi

Ir. Teuku Ishlah

Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc

#### Desain Grafis dan Fotografer

Candra

Rizki Novri Wibowo, S.Ds

#### Sekretariat

Dra. Ella Dewi Laraswati

Retno Rahmawati Lestari, S.Si

Dwi Asmoro Susanto, A.Md

Susi Sarah Andriany

Nur Khorullah

#### Mitra Bestari Edisi ini

Dr. Ir. Rukmana N. Adhi, M.Sc

Prof. Dr. Bukin Daulay, M.Sc

Dr. Eng.Suryantini, ST

### DAFTAR ISI

#### MAKALAH ILMIAH

- 1 - 12      **ZONASI POTENSI MINERALISASI BESI-TEMBAGA-TIMBAL-SENG  
MENGUNAKAN DATA GEOKIMIA DAN GEOLOGI BERBASIS SISTEM  
INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN SOLOK, PROVINSI SUMATERA  
BARAT**  
Oleh : Sabtanto Joko Suprpto, Ildrem Syafri dan Yoga Andriana
- 13 - 26      **PENAFSIRAN SEBARAN BATUBARA DENGAN METODE SEISMIC REFLEKSI  
DI DAERAH TEBO TENGAH, KABUPATEN TEBO, PROVINSI JAMBI**  
Oleh : Teuku Ishlah dan Suhada Arsadipoera
- 27 - 40      **KARAKTERISTIK BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CIBULAKAN  
DI DAERAH PALIMANAN, CIREBON, JAWA BARAT**  
Oleh : Praptisih dan Kamtono
- 41 - 54      ***HYDROTHERMAL ALTERATION AND VEIN TYPES OF THE RANDU KUNING  
PORPHYRY Cu-Au DEPOSIT AT SELOGIRI AREA, WONOGIRI***  
Oleh : Sutarto, Arifudin Idrus, Sapto Putranto, Agung Harjoko, Lucas D. Setijadji,  
Franz M. Meyer dan Rama Danny
- 55 - 68      **DELINIASI POTENSI BIJIH BESI DI DAERAH SIJUK, BELITUNG UTARA  
BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOMEGET DAN *VERY LOW  
FREQUENCY (VLF)***  
Oleh : Tatang Padmawidjaja

#### SARI MAKALAH

Oleh : Redaksi

#### GALERI FOTO

Oleh : Rizki Novri Wibowo, S.Ds

#### PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

**ZONASI POTENSI MINERALISASI BESI-TEMBAGA-TIMBAL-SENG  
MENGUNAKAN DATA GEOKIMIA DAN GEOLOGI BERBASIS SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFIS DI KABUPATEN SOLOK, PROVINSI SUMATERA BARAT**  
*IRON-COPPER-LEAD-ZINC MINERALIZATION POTENTIAL ZONES USING  
GEOCHEMICAL AND GEOLOGICAL DATA IN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM  
AT SOLOK REGENCY, WEST SUMATRA PROVINCE*

**\*Sabtando Joko Suprpto, \*\*Ildrem Syafri dan \*\*Yoga Andriana**

\*Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno-Hatta No.444, Bandung

\*\*Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor

sabtanto\_js@yahoo.com

diterima : 14 Februari 2014

direvisi : 24 April 2014

disetujui : 1 Mei 2014

## ABSTRAK

Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat mempunyai potensi sumberdaya mineral logam. Studi ini bertujuan untuk menentukan daerah potensi mineralisasi mineral logam Fe-Cu-Pb-Zn di Kabupaten Solok dengan menggunakan kombinasi model statistik rasio frekuensi dan sistem informasi geografis. Analisis dilakukan terhadap data sebaran litologi dan struktur geologi serta data 4 jenis unsur unsur dari 433 sampel geokimia endapan sungai aktif. Hasil kajian menghasilkan sebaran spasial sebelas daerah potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn. Penelitian lapangan dilakukan di daerah potensi Pisauilang, Kotanaru, dan Air Bertumbuk, ditemukan cebakan bijih besi di tiga lokasi dengan Fe sebagai unsur penyusun utama serta Cu, Pb, dan Zn, sebagai unsur ikutan. Kandungan bijih besi berupa Fe 18,15-70,9 %, Cu 0,025-2,34 %, Pb <0,001-0,004%, dan Zn 0,033-0,58%.

**Kata kunci:** geologi, geokimia, integrasi, potensi, rasio frekuensi.

## ABSTRACT

*The Solok Regency of West Sumatra Province has potency of metallic minerals deposit. This study aims to delineate the metallic mineral potential area of Fe-Cu-Pb-Zn using a combination of statistical frequency ratio models and geographic information system. Analysis was conducted on lithologic distribution and structural geology data, combined with geochemical data of 4 elements compound from 433 stream sediment geochemical samples. Results revealed the spatial distribution of 11 potential mineralization areas of metallic mineral Fe-Cu-Pb-Zn. Field investigation was conducted in the Pisauilang, Kotanaru, and Air Bertumbuk areas, encountered three locations of iron ore deposits with Fe as the main constituent and Cu, Pb, and Zn as the associated minerals. The iron ore composed of Fe 18.15 to 70.9%, Cu from 0.025 to 2.34%, Pb < 0.001 to 0.004%, and Zn 0.033 to 0.58 %.*

**Keywords:** frequency ratio, geology, geochemistry, integration, potency.

## PENDAHULUAN

Kondisi geologi Daerah Kabupaten Solok dan sekitarnya berpotensi terbentuknya mineralisasi besi dan logam dasar. Untuk mendapatkan temuan baru keberadaan mineralisasi logam tersebut diperlukan penelitian dengan metoda yang

dapat mengarahkan pada lokasi keberadaan mineralisasi logam tersebut.

Penelitian potensi logam di Daerah Kabupaten Solok telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, dan telah ditemukan beberapa lokasi mineralisasi logam. Pada bagian barat Sumatera, mineralisasi emas dan perak terkait

dengan batuan gunungapi berumur Oligo-Miosen (Carlile dan Mitchell, 1994) serta mineralisasi logam besi, tembaga, timbal dan seng berhubungan dengan granitoid Pliosen (Posavec dkk. 1973 dalam Muchsin dkk. 1997). Mineralisasi logam dasar di bagian timur Danau Singkarak dan Rawas berasosiasi dengan granitoid Kapur.

Penelitian dengan metode yang memanfaatkan perangkat komputer untuk mampu mengolah dan mengintegrasikan beberapa jenis/parameter data dalam jumlah dan volume besar, akan membantu dalam melakukan eksplorasi mineral logam, khususnya membuat zonasi daerah potensi lebih mudah dan cepat.

**METODOLOGI**

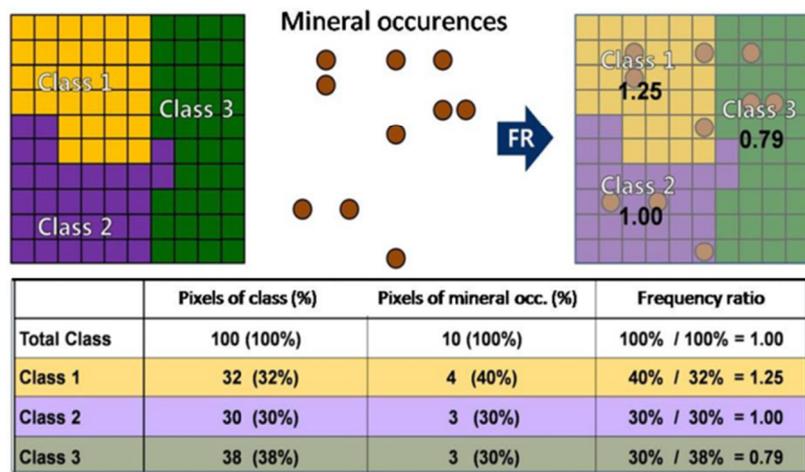
Penelitian ini menggunakan metode aplikasi Sistem Informasi Geografis menggunakan perangkat lunak *ArcGis 9.2* dan *SPSS 13* untuk integrasi model perhitungan statistik *likelihood ratio*. Pemodelan yang digunakan yaitu rasio frekuensi.

Di Kabupaten Solok terdapat cebakan logam Fe, Cu, Pb, dan Zn di 15 lokasi (Crow dkk. 1993 dan Anonim. 2012). Titik lokasi cebakan tersebut menjadi data acuan, yaitu zona tertentu di daerah penelitian dengan kondisi litologi, geokimia dan struktur patahan hampir sama dengan kondisi pada lokasi ditemukannya cebakan logam tersebut, diharapkan mempunyai peluang yang sama untuk juga dijumpainya

cebakan logam. Penentuan lokasi atau zona dengan peluang yang sama tersebut dengan cara membuat peta rasio frekuensi geokimia, litologi, dan struktur.

Tahapan penelitian sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan dan kompilasi data keterdapatan cebakan logam besi-tembaga-timbal-seng, litologi, struktur sesar, dan geokimia.
- 2) Pemrosesan data secara statistik untuk menentukan rasio frekuensi masing-masing variabel, yaitu rasio frekuensi geokimia, litologi, dan struktur geologi. Rasio frekuensi tersebut ditentukan berdasarkan hubungan dengan keterdapatan cebakan logam pada masing-masing variabel (Gambar 1, Tabel 2 & 3) menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG).
- 3) Hasil penentuan rasio frekuensi dibuat peta rasio frekuensi geokimia, litologi, geokimia, dan peta rasio frekuensi struktur patahan (Gambar 4, 5 dan 7).
- 4) Selanjutnya *layers* semua peta rasio frekuensi tersebut digabung dibuat *overlay*, dan nilai rasio frekuensi dari semua peta dijumlahkan, sebaran nilai rasio frekuensi hasil penjumlahan tersebut diklasifikasi menghasilkan peta indek potensi mineral (Gambar 10).
- 5) Observasi lapangan dilakukan pada daerah dengan indek potensi mineral tinggi, yaitu membandingkan daerah yang memiliki nilai indeks tinggi dengan kondisi lapangan, untuk membuktikan efektifitas metode, Simangunsong dkk. (2012) dan Ernowo dkk. (2013).



Gambar 1. Model rasio frekuensi dalam pemetaan potensi mineral (Lee dan Min 2001, dalam Ernowo dkk. 2013).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Geokimia**

Pengolahan geokimia dengan cara membuat klasifikasi sebaran unsur. Terdapat nilai kandungan unsur Fe, Cu, Pb, dan Zn sangat tinggi pada sampel geokimia endapan sungai (Tabel 1). Klasifikasi sebaran nilai unsur pada penelitian ini menggunakan cara dengan menghitung nilai rata-rata ditambah dua atau tiga kali nilai simpangan baku, dan dengan cara membandingkan hasil pengolahan data dengan hasil suatu penyelidikan pendahuluan di daerah yang diselidiki atau di daerah yang mempunyai kesamaan ciri-ciri baik secara geologi maupun geokimia, Rose dkk. (1979) dalam Ghazali dkk. (1986).

Hasil analisis unsur didapatkan daerah anomali di beberapa lokasi di daerah penelitian (Gambar 2 dan 3). Pola sebaran anomali masing-masing unsur Fe, Cu, Pb, dan Zn, mempunyai kemiripan dan di beberapa daerah bertampalan. Umumnya anomali terdapat di bagian barat daerah penelitian. Pola sebaran peninggian kandungan unsur-unsur Fe, Cu, Zn terutama di bagian barat daerah penelitian. Pola sebaran anomali Pb, selain menempati daerah bagian barat daerah penelitian, dijumpai juga anomali di bagian timur.

Sebaran beberapa anomali unsur tersebut, menempati daerah dijumpainya deposit logam. Sebaran anomali pada daerah yang lain ditafsirkan sebagai indikasi adanya potensi mineralisasi logam,

sehingga merupakan daerah potensi untuk menjadi daerah target eksplorasi.

Pengolahan data geokimia dengan membandingkan hasil suatu penyelidikan pendahuluan di daerah yang diselidiki atau di daerah yang mempunyai kesamaan ciri-ciri baik secara geologi maupun geokimia dilakukan dengan secara statistik menggunakan metode *likelihood ratio*. Dalam hal ini membandingkan dengan zona yang telah dijumpai data adanya cebakan logam. Hasil analisis diperoleh nilai rasio frekuensi untuk masing-masing kelas seperti pada Gambar 4 dan 5.

**Geologi**

Batuan malihan menyusun daerah penelitian berumur Jura sampai Karbon. Pembentukan batuan tersebut disusul oleh aktifitas terobosan yang intensif terjadi pada Zaman Kapur (Gambar 6). Batuan penyusun tersebut sebagian besar bersifat karbonatan (Kastowo dkk. 1996, Silitonga dan Katowo, 2007, Rosidi dkk. 2011). Batuan beku yang secara stratigrafis menerobos batuan sebagian bersifat karbonatan, berpotensi besar menghasilkan mineralisasi logam, di antaranya logam dasar dan besi.

Selain batuan malihan, batuan sedimen umumnya juga karbonatan, dijumpai melampar luas di daerah penelitian, umumnya berumur Tersier, diterobos oleh batuan intrusi berumur Miosen. Intrusi magmatik berlangsung juga pada Zaman Kuartar, di mana aktifitas vulkanik masih berlangsung sampai saat ini. Kondisi tersebut memungkinkan terbentuknya cebakan mineral logam pada batuan Tersier.

Tabel 1. Ringkasan statistik geokimia conto endapan sungai aktif Daerah Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat (satuan dalam ppm, kecuali Fe %)

Unsur	Rata-rata	Standar Deviasi	Jumlah Analisis	Minimum	Maksimum	Rata-rata Pada Kerak Bumi (Berkman, 2001)
Fe	8,25	3,49	433	1,32	46,68	4,65
Cu	35,51	22,37	433	4,1	2780,9	55
Pb	17,15	9,00	433	1,9	99,6	12,5
Zn	110,79	54,32	433	17,4	510,3	70

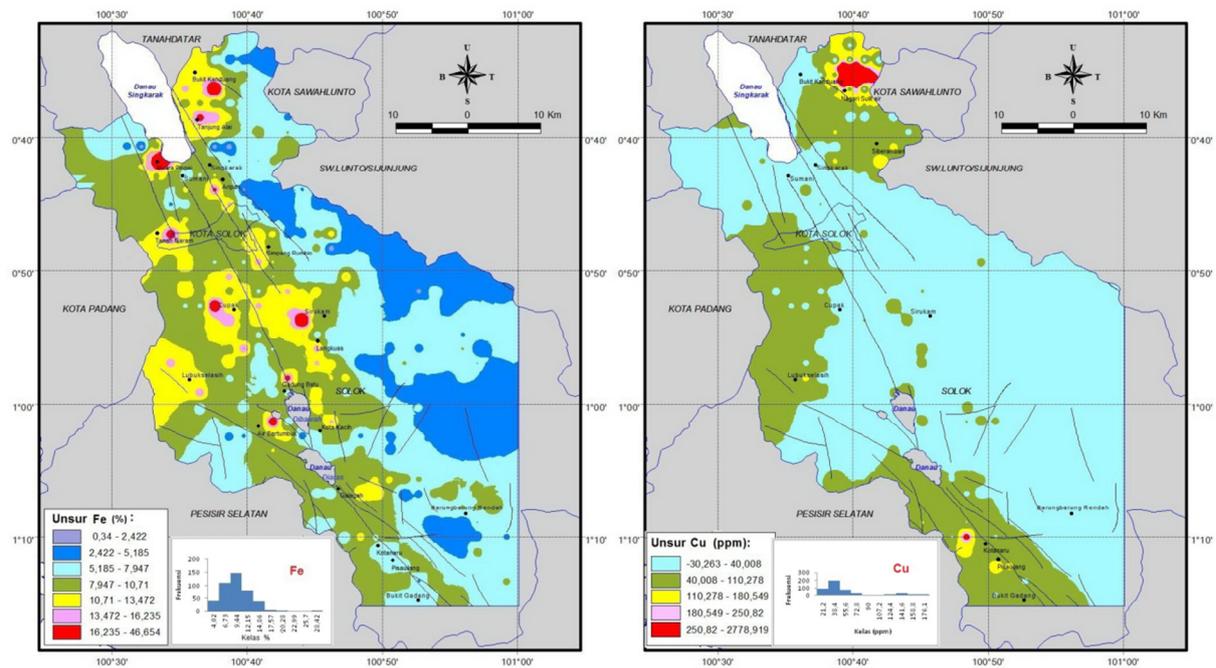
Dengan berlangsungnya aktifitas magmatik pada zaman Kuarter, memungkinkan terbentuknya cebakan mineral logam hasil aktifitas volcanik, yang terbentuk pada kedalaman dangkal, atau pada lingkungan epitermal.

Daerah Kabupaten Solok tersusun atas 25 satuan batuan. Keterdapatan mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn pada 9 satuan litologi. Tiap satuan litologi ditentukan rasio frekuensinya terhadap keterdapatan mineralisasi logam tersebut (Gambar 7).

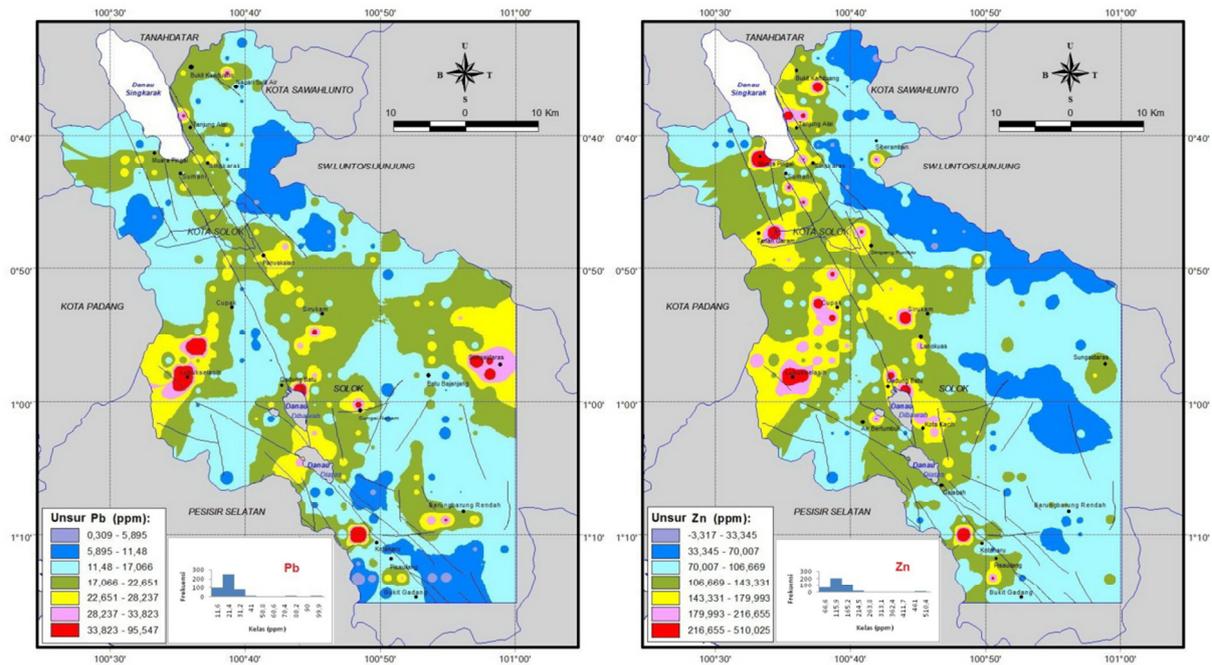
Daerah penelitian dilewati patahan besar Sumatera, memanjang barat-laut-tenggara, berupa patahan geser kanan, disertai patahan normal dan kekar ikutannya. Patahan membentuk zona lemah, memberikan peluang untuk terbentuknya batuan terobosan. Selain itu

zona patahan dapat menjadi media untuk lewatnya fluida hidrotermal, sehingga pembentukan zona mineralisasi hasil aktifitas hidrotermal dapat terjadi pada zona yang luas.

Data keberadaan struktur geologi berupa struktur patahan, untuk mengetahui hubungan spasial dengan keberadaan mineralisasi logam meliputi variasi arah patahan, intensitas patahan, dan perpotongan antar struktur patahan merupakan parameter yang mempengaruhi peluang terbentuknya mineralisasi logam. Sebaran patahan yang dalam peta berupa garis/vektor, untuk dapat ditentukan rasio frekuensinya, dituangkan dalam bentuk *grid/raster*. Secara spasial *raster* patahan dapat diklasifikasikan berdasarkan rentang jarak/zona terhadap keberadaan patahan, Partington dan Sale (2004).



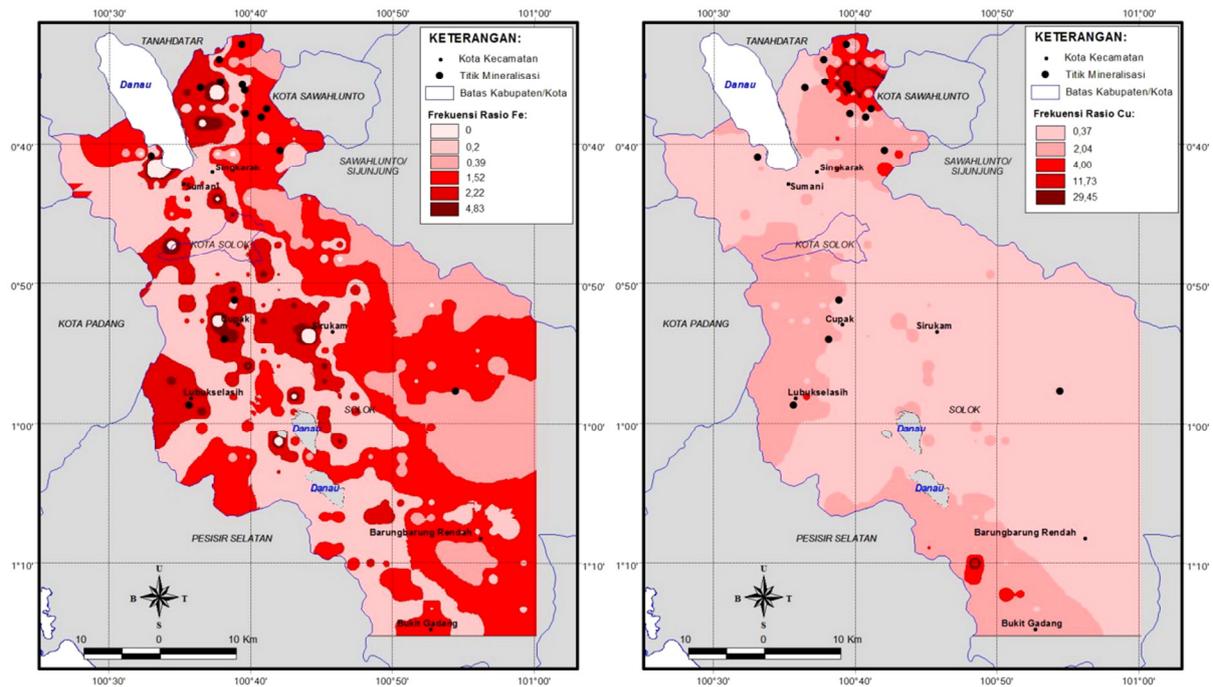
Gambar 2. Peta sebaran unsur Fe dan Cu, geokimia endapan sungai aktif.



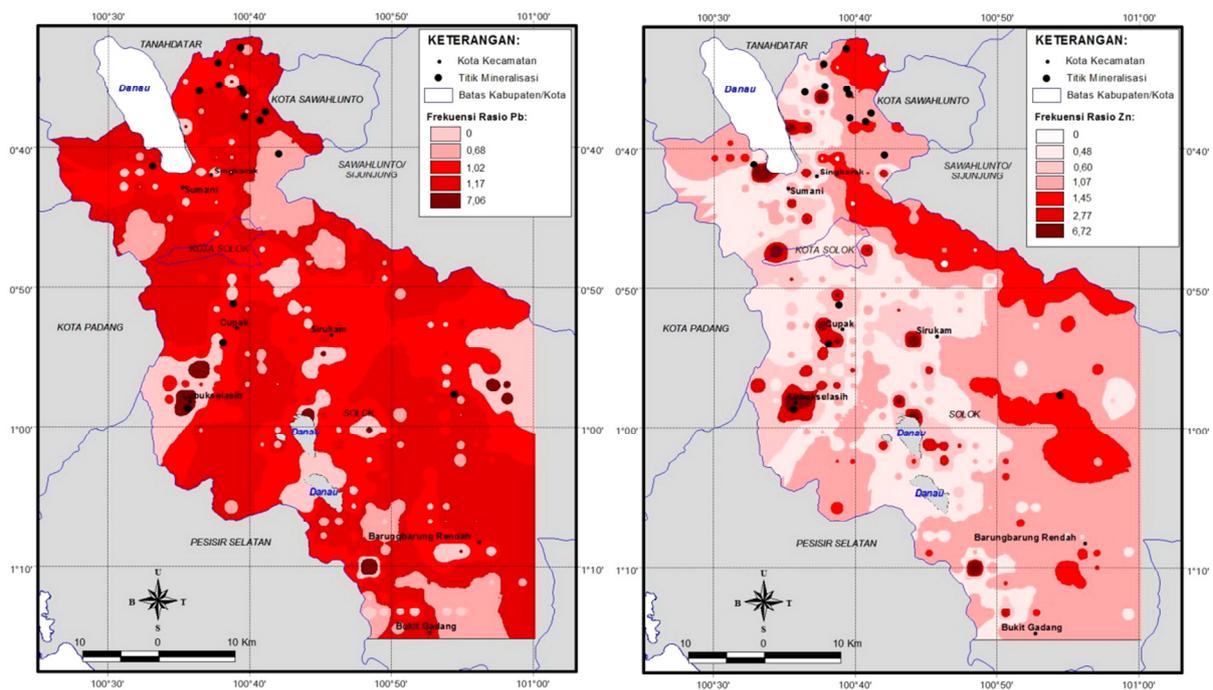
Gambar 3. Peta sebaran unsur Pb dan Zn, geokimia endapan sungai aktif.

Tabel 2. Penghitungan rasio frekuensi unsur besi.

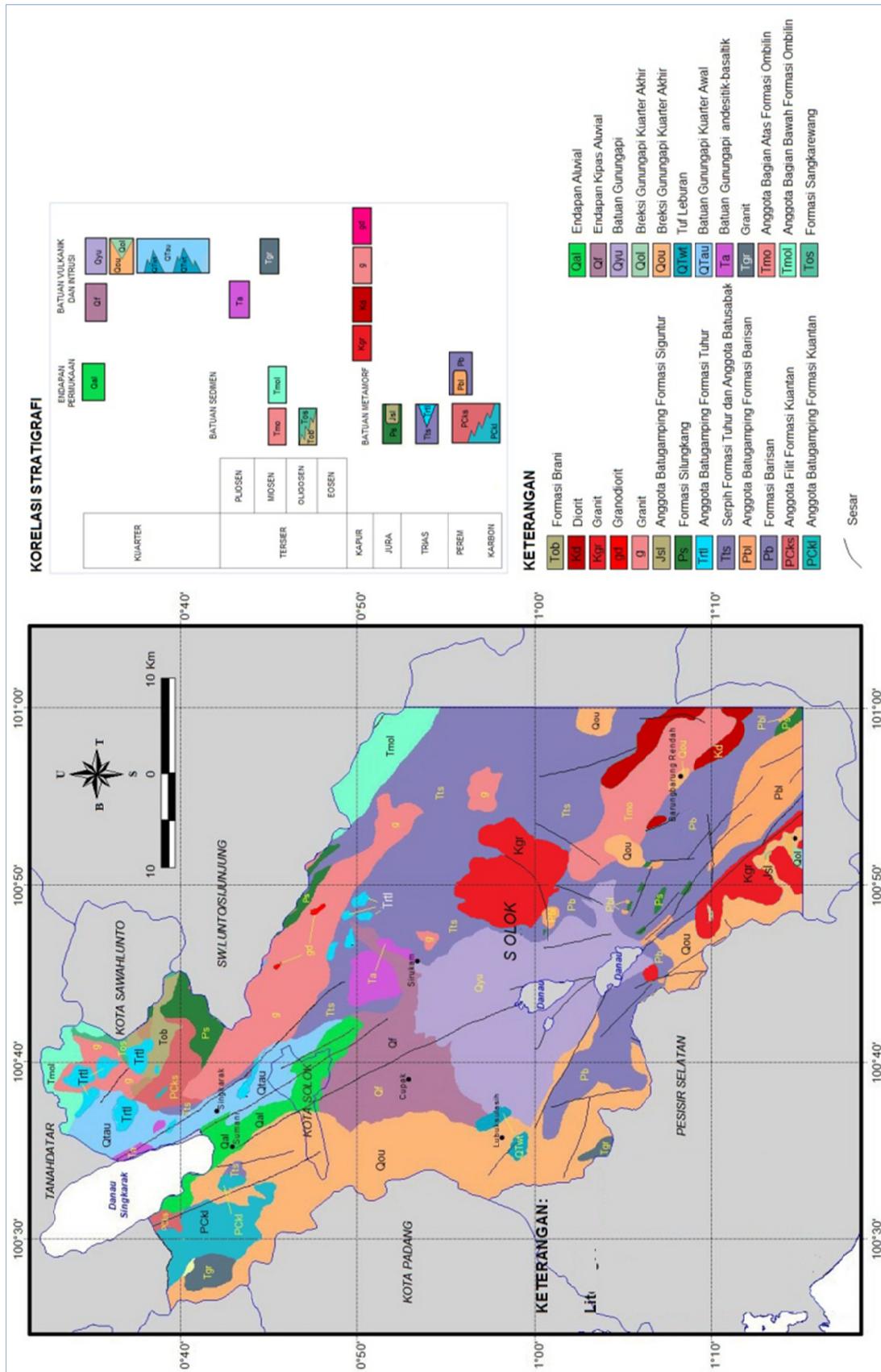
Faktor	No	Kelas (%)	Piksel dalam domain	% domain	Jumlah lokasi Keterdapatan Mineral	% Keterdapatan mineral	Rasio Frekuensi	
			A	B = A:1061399x100%	C	D= C:15x100%	D:B	
Fe	1	Mean -3 Standar deviasi	< 2,422	662	0,06	0	0,00	0,00
	2	Mean -2 Standar deviasi	2,422 - 5,185	180437	17,00	1	6,67	0,39
	3	Mean -1 Standar deviasi	5,185 - 7,947	372033	35,05	8	53,33	1,52
	4	Mean +1 Standar deviasi	7,947 - 10,71	359276	33,85	1	6,67	0,20
	5	Mean +2 Standar deviasi	10,71 - 13,472	127512	12,01	4	26,67	2,22
	6	Mean +3 Standar deviasi	13,472 - 16,235	14661	1,38	1	6,67	4,83
	7	> Mean +3 Standar deviasi	16,235 - 46,654	6818	0,64	0	0,00	0,00
			1061399	100,00	15	100,00		



Gambar 4. Peta rasio frekuensi unsur Fe dan Cu.



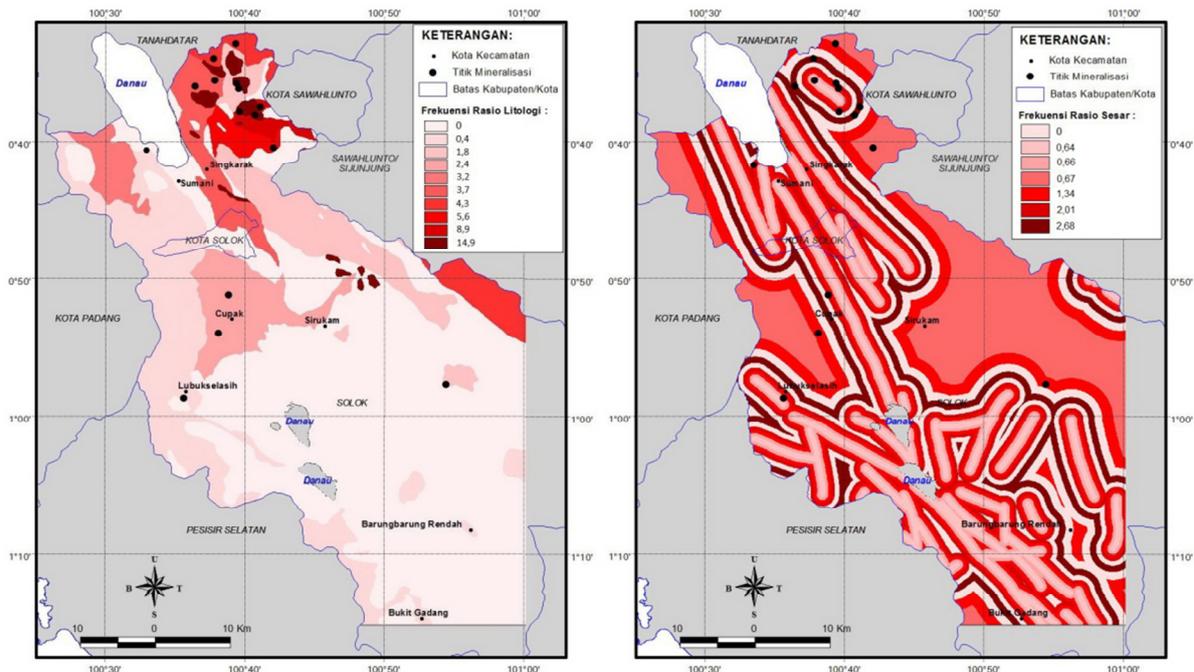
Gambar 5. Peta rasio frekuensi unsur Fe dan Cu.



Gambar 6. Peta geologi Daerah Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat (Kastowo dkk. 1996, Silitonga dan Katowo, 2007, Rosidi dkk. 2011).

Tabel 3. Penghitungan rasio frekuensi struktur geologi.

Faktor	No	Piksel dalam domain	% domain	Jumlah Lokasi	%	Rasio Frekuensi
		A	B = A:1061399x100 %	Keterdapatan Mineral	Keterdapatan mineral	
				C	D= C:15x100%	D:B
Struktur	1	109966	10,36	1	6,67	0,64
	2	107506	10,13	1	6,67	0,66
	3	106002	9,99	2	13,33	1,34
	4	105601	9,95	3	20,00	2,01
	5	105463	9,94	0	0,00	0,00
	6	105420	9,93	4	26,67	2,68
	7	105384	9,93	0	0,00	0,00
	8	105399	9,93	2	13,33	1,34
	9	105399	9,93	1	6,67	0,67
	10	105259	9,92	1	6,67	0,67
		1061399	100	15	100,00	



Gambar 7. Peta rasio frekuensi litologi, rasio frekuensi struktur geologi.

Pengelompokan jarak terhadap struktur geologi dibuat dalam 10 kelas dengan luas area atau jumlah piksel tiap kelas sama. Keberadaan struktur geologi berupa sesar, dikaitkan dengan keterdapatan mineralisasi didapatkan 6 rasio frekuensi sesar. Keterdapatan mineralisasi logam terdapat pada kelas jarak 1 sampai dengan 4, kelas ke 6, dan kelas 8 sampai dengan 10 (Tabel 3 dan Gambar 7).

### Daerah Potensi Mineralisasi Fe-Cu-Pb-Zn

Peta indeks potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn, diperoleh dari hasil penjumlahan rasio frekuensi beberapa layer peta rasio frekuensi, yaitu layer peta rasio frekuensi unsur Fe, Cu, Pb, Zn, litologi, dan layer peta rasio frekuensi struktur geologi. Peta indeks rasio frekuensi yang dihasilkan, diklasifikasi, zona dengan indeks rasio frekuensi tertinggi mempunyai

peluang paling besar untuk terdapatnya mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn.

Hasil klasifikasi integrasi rasio frekuensi diperoleh 11 zona/potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn (Gambar 6), yaitu di lokasi Tanjung Alai, Simpang Rumbio, Tanah Garam, Sungaidaras, Sirukam, Langkuas, Gadung Batu, Kota Kacih, Kotanaru, Pisauilang, Air Bertumbu. Verifikasi terhadap hasil analisis tersebut dilakukan untuk menguji efektifitas metode penentuan daerah potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn, dengan cara observasi lapangan terhadap 3 daerah dari 11 daerah potensi.

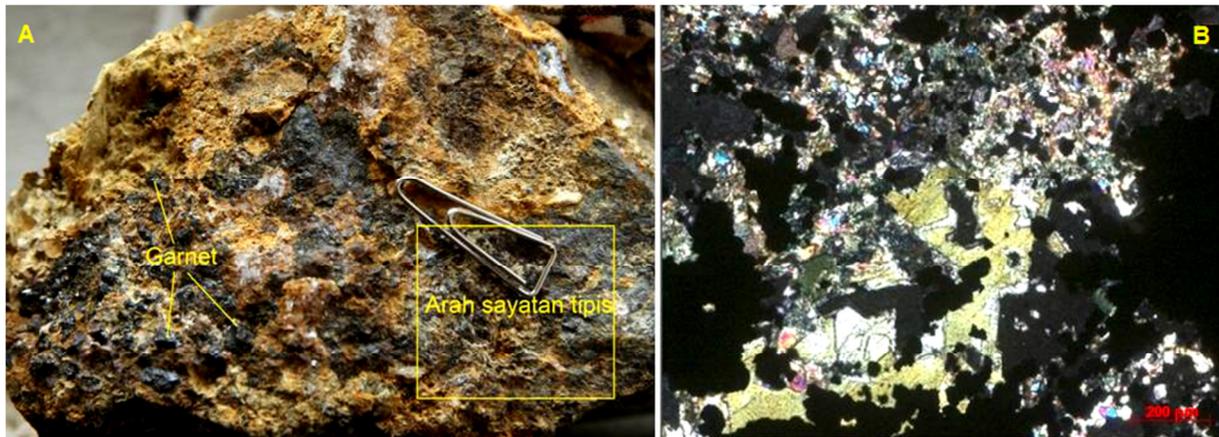
Penelitian lapangan di daerah potensi Pisauilang, Kotanaru, dan Air Bertumbuh, ditemukan cebakan bijih besi (Gambar 8) di tiga lokasi dengan Fe sebagai penyusun utama serta Cu, Pb, dan Zn, sebagai mineral ikutan. Kandungan bijih besi di Desa Pisauilang, Kecamatan Pantai Cermin berupa Fe 30,7-50,3%, Cu 0,68-2,34%, Pb 0,004%. Kandungan bijih besi di Desa Kotanaru, Kecamatan Lembah Gumanti Fe 22,9-70,9%, Cu 0,5-0,15%, Zn

0,033-0,05%, Pb <0,001%. Kandungan bijih besi di Desa Air Batumbuh, Kecamatan Danau Kembar Fe 18,15-64,2%, Cu 0,025-0,036%, Zn 0-0,35-0,58%, Pb <0,001%.

Hasil analisis petrografi dan mineragrafi sampel dari daerah potensi Pisauilang dan Kotanaru diperoleh kandungan mineral berupa garnet, amfibol dan mineral opak (Gambar9). Dijumpai karbonat mengisi rekahan, sebagian permukaannya diselimuti oksida besi. Analisis petrografi batuan samping didapatkan batuan terubah, terpotong urat kuarsa mikrokristalin, epidot dan mineral opak, setempat-setempat terdapat bitotit sekunder. Terdapat urat tipis plagioklas memotong di dalam urat kuarsa mengandung sedikit mineral opak. Berdasarkan asosiasi kandungan kelompok logam penyusun bijih besi serta asosiasi kelompok mineral hasil altersasi, cebakan bijih besi di Kotanaru dan cebakan bijih besi di Pisauilang hasil mineralisasi logam tipe skarn.



Gambar 8. Singkapan bijih besi lebar 6 meter dalam batuan karbonatan, di Desa Kotanaru.

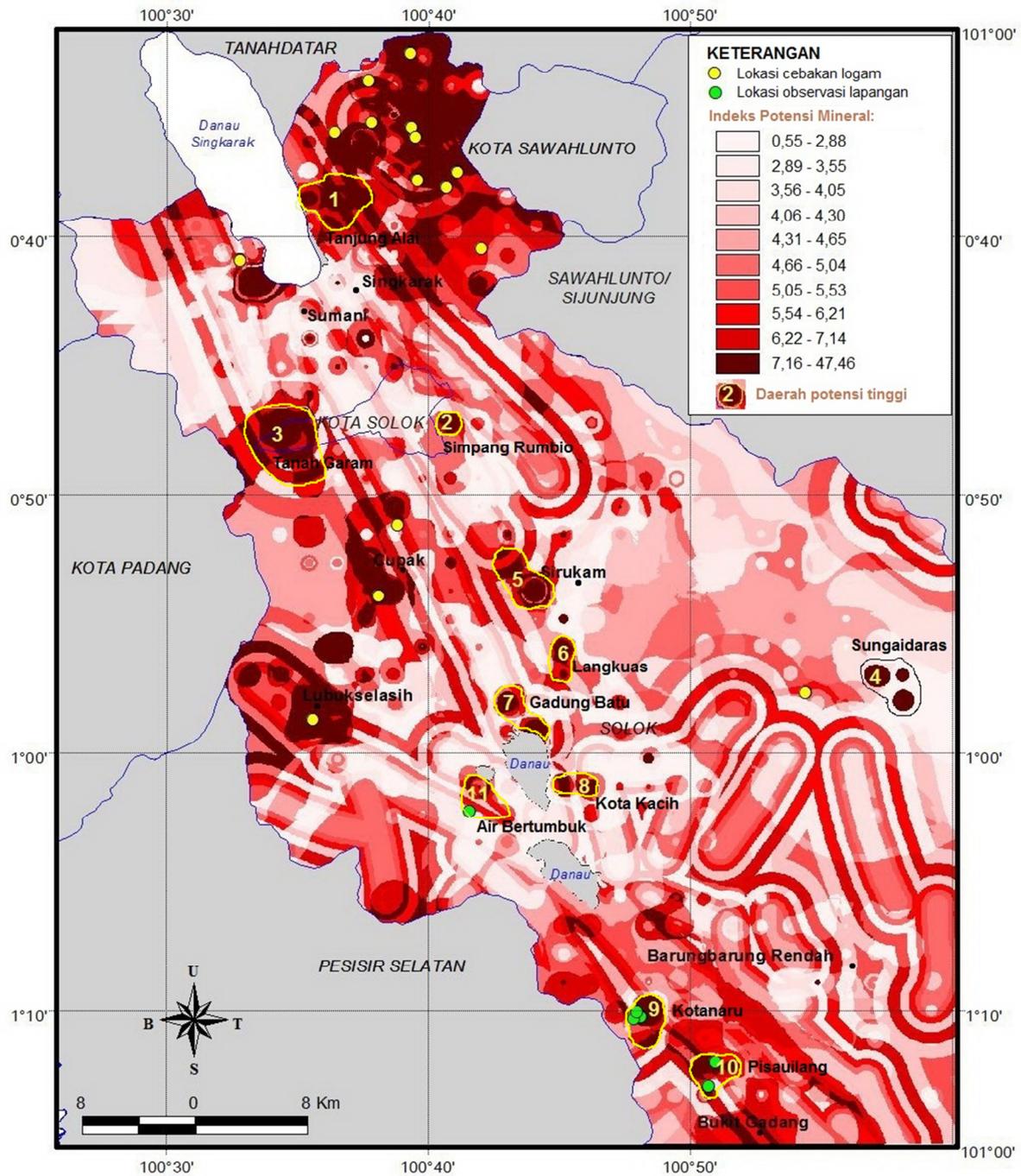


Gambar 9. A. Skarn dan bijih besi mengandung kristal garnet. B. Sayatan tipis skarn, terdapat amfibol, mineral opak (magnetit), karbonat mengisi rekahan, dan sebagian permukaannya diselubungi oksida besi.

## KESIMPULAN

Hasil integrasi data keterdapatannya mineral, geokimia endapan sungai, litologi, dan data struktur geologi, dengan pengolahan sistem informasi geografis dan metode pemodelan rasio frekuensi, didapatkan sebelas daerah potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn. Hasil penelitian lapangan pada daerah dengan batuan penyusun berumur Jura sampai Perm, bersifat karbonatan, dengan batuan terobosan berumur Kapur, dijumpai cebakan bijih besi, dengan logam ikutan berupa tembaga, seng, dan timbal. Lokasi penelitian berada pada lereng lembah dari patahan besar Sumatera. Mineralisasi serta alterasi berupa tipe skarn.

Penelitian untuk menentukan daerah prospek mineralisasi logam ini khusus untuk mendapatkan daerah potensi logam Fe-Cu-Pb-Zn. Kondisi geologi yang beragam di Kabupaten Solok berpotensi untuk terbentuknya beberapa tipe cebakan logam. Hasil penelitian dengan menggunakan pemodelan rasio frekuensi dengan Sistem Informasi Geografis ini dapat memberikan arah ditemukannya daerah potensi logam Fe-Cu-Pb-Zn, yaitu dengan hasil verifikasi lapangan didapatkan cebakan logam tersebut. Peluang sama untuk dapat digunakan dalam menentukan daerah potensi jenis logam dan tipe mineralisasi yang berbeda.



Gambar 10. Peta indek potensi mineralisasi Fe-Cu-Pb-Zn, hasil integrasi rasio frekuensi unsur Fe, Cu, Pb, Zn, litologi, dan struktur geologi.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Dalam penyusunan makalah ini, penulis telah mendapat banyak bantuan dari Ernowo dan Penny Oktaviani khususnya dalam pengolahan

menggunakan perangkat komputer, serta bantuan dari Hotma Simangunsong dan Edi Suhanto pada observasi di lapangan, untuk itu kami ucapkan banyak terimakasih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. *Pemutakhiran Data dan Neraca Sumber Daya Mineral*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Berkman, D.A. 2001. *Field Geologist' Manual*. The Australian Institute of Mining and Metallurgy, Victoria.
- Carlile, J.C., & Mitchell, A.H.G. 1994. *Magmatic Arc and Associated Gold and Copper Mineralization in Indonesia*. Elsevier, Amsterdam.
- Crow, M.J., Johnson, C.C., McCourt, W.J. dan Harmanto. 1993. *The Simplified Geology and Known Metalliferous Mineral Occurrences, Solok Quadrangle, Southern Sumatra*. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung .
- Ernowo, Simangunsong, H., Oktaviani, P. 2013. *Mineral Potential Map: Sulawesi, Flores and West Timor*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Ghazali, S.A, Muchjidin, Hariwidjaja. 1986. *Penyelidikan Geokimia Endapan Sungai, Metoda dan Teknik*. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Kastowo, Leo, G.W., Gafoer, S. & Amin, T.C. 1996. *Peta Geologi Lembar Padang, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Muchsin, A., Johnson, C.C., Djumsari, A., Sumartono. 1997. *Atlas Geokimia Regional Sumatera Bagian Selatan*. Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Partington, G.A. & Sale, M.J. 2004. *Prospectivity Mapping Using GIS With Publicly Available Earth Science Data —A New Targeting Tool Being Successfully Used for Exploration in New Zealand*. <http://www.kenex.co.nz/documents/>.
- Rosidi, H.M.D, Tjokrosoepetro, S., Pendowo, S., Gafoer, S. & Suharsono. 2011. *Peta Geologi Lembar Painan dan Bagian Timurlaut Lembar Muarasiberut, Sumatera*. Pusat Survei Geologi, Bandung .
- Silitonga, P.H. & Kastowo. 2007. *Peta Geologi Lembar Solok, Sumatera*. Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Simangunsong, H., Ernowo, Oktaviani, P., Kisman., Sunuhadi, D.W. 2012. *The Development of GIS for Mineral Potential Mapping in The Eastern Indonesia*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

## **PENAFSIRAN SEBARAN BATUBARA DENGAN METODE SEISMIK REFLEKSI DI DAERAH TEBO TENGAH, KABUPATEN TEBO, PROVINSI JAMBI** *INTERPRETATION OF COAL DISTRIBUTION USING REFLECTION SEISMIC METHOD AT TEBO TENGAH AREA, TEBO REGENCY, JAMBI PROVINCE*

**Teuku Ishlah dan Syuhada Arsadipoera**

Perekayasa Madya Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno-Hatta No.444, Bandung  
teukuislah@yahoo.co.id

diterima : 2 Februari 2014

direvisi : 14 April 2014

disetujui : 28 April 2014

### **ABSTRAK**

Batubara di bawah kedalaman 400 m merupakan endapan yang belum banyak dieksploitasi di Indonesia. Potensi ini umumnya masuk dalam kelas hipotetik dan sangat bermanfaat untuk pengusahaan tambang dalam. Untuk meningkatkan status sumber daya batubara diperlukan beragam penyelidikan dalam akuisisi data diantaranya berupa penyelidikan seismik refleksi dan pemboran eksplorasi. Penelitian ini memakai metoda seismik refleksi untuk mendeteksi lapisan batubara di bawah permukaan. Hasil penyelidikan seismik refleksi di daerah Tebo Tengah mampu mengindikasikan sebanyak lima lapisan batubara yang terdapat dalam tiga formasi namun dengan ketebalan yang belum bisa ditentukan.

**Kata kunci** : batubara, perlapisan, seismik refleksi.

### **ABSTRACT**

*Coal deposits under 400 m below the surface are still exploited in Indonesia. These potential resources are generally included in hypotetic class and useful for underground mining exploitation. To increase the status of current coal resources, it is necessary to carry out several investigations for data acquisition such as geophysical seismic reflection and borehole exploration. This paper utilizes seismic reflection method to detect coal deposits far below the surface. The results of seismic reflection investigation in Tebo Tengah area are able to indicate as many as five coal seams within three formations while the thickness can not be determined*

**Keywords** : coal, seam, seismic reflection.

### **PENDAHULUAN**

Batubara di Indonesia tersebar cukup luas terutama di pulau Sumatera dan Kalimantan, serta ditemukan di pulau Jawa dan pulau Sulawesi dalam jumlah yang terbatas. Data batubara yang terungkap umumnya berupa batubara permukaan sampai kedalaman 100 m. Sedangkan batubara yang terletak pada kedalaman lebih dari 100 m (*deep seated coal*) masih belum banyak diketahui (Darman & Sidi, 2000).

Anonim (2013) menjelaskan bahwa berdasarkan data status sumber daya dan

cadangan batubara tahun 2012, sumber daya batubara hipotetik di Indonesia mencapai 32,950 miliar ton dari total sumber daya batubara 119,445 miliar ton. Klasifikasi tereka juga masih tinggi yakni mencapai 35,407 miliar ton. Klasifikasi sumber daya dan cadangan ditentukan oleh tingkat keakuratan data geologi, kerapatan informasi geologi, metoda geofisika yang pernah dilakukan dan tingkat kompleksitas tektonik/struktur geologi. Untuk meningkatkan klasifikasi sumber daya dan cadangan batubara, beserta endapan batubara di bawah

permukaan diperlukan pengeboran eksplorasi dan penyelidikan geofisika.

Dalam penelitian ini digunakan salah satu metode geofisika yakni penyelidikan seismik refleksi yang sangat jarang dilakukan untuk endapan batubara, karena batubara banyak yang tersingkap di permukaan bumi dan penambangan batubara baru mencapai kedalaman 100 meter untuk tambang terbuka. Dengan berkembangnya teknologi eksplorasi menggunakan metode seismik, maka metode ini dapat dipakai untuk menemukan endapan batubara di bawah permukaan. Metode ini diharapkan dapat menambah keyakinan geologi suatu daerah prospek endapan batubara bawah permukaan untuk pengembangan penambangan batubara tambang dalam dan gas metana batubara serta mineral lainnya.

Secara regional, berdasarkan Peta Geologi Lembar Muara Bungo-Sumatera (Simanjuntak, dkk., 1994) daerah penyelidikan berada pada batas antara Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah yang keduanya merupakan cekungan pendalaman belakang (*backdeep basin*) yang dibatasi oleh tinggian Bukit Tigapuluh (Koesoemadinata dan Hardjono, 1978).

Urutan stratigrafi regional dibagi atas tiga kelompok, yaitu kelompok Pra Tersier, terdiri atas Formasi Terantam (Karbon Awal), Formasi Gangsal, Formasi Pengabuan, Formasi Mentulu (Permokarbon), Formasi Mengkarang (Perm Awal) dan Formasi Pelepat (Perm Awal – Tengah). Kelompok Tersier, terdiri atas Formasi Lahat dan Formasi Kelesa (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Talangakar dan Formasi Lahat (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal – Tengah), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah – Akhir), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio Pliosen). Kelompok yang ketiga adalah kelompok Kuartar, tersusun oleh batuan produk gunungapi, endapan undak sungai, endapan rawa dan aluvium. Di samping itu, di daerah ini juga terdapat batuan-batuan terobosan dengan kisaran umur Jura-Kuartar yang terdiri atas Pluton Granit,

Granit, Pegmatit, Diorit, Granodiorit, Dasit dan Syenit.

## Lokasi Daerah Penyelidikan

Daerah Tebo Tengah dan sekitarnya secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi yang secara geografis terletak pada koordinat  $01^{\circ} 15' - 01^{\circ} 30'$  lintang selatan dan  $102^{\circ} 30' - 102^{\circ} 45'$  bujur timur. Daerah penyelidikan dapat dicapai dari Kota Jambi ke lokasi dengan jalan darat (Gambar 1).

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen Tersier, batuan Pra - Tersier yang menempati bagian Timurlaut dan Endapan Kuartar yang melampar di bagian Selatan di sepanjang daerah aliran Sungai Batanghari. Endapan Pra Tersier terdiri atas Formasi Gangsal berumur Perm dan batuan terobosan Granit berumur Jura. Sedimen Tersier terdiri atas Formasi Lahat, Formasi Talangakar, Formasi Gumai, Formasi Airbenakat dan Formasi Muaraenim. Endapan Kuartar adalah Formasi Kasai dan Aluvium. Formasi pembawa endapan batubara di daerah penyelidikan adalah; Formasi Talangakar, Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai. Akan tetapi, formasi yang diperkirakan memiliki potensi yang cukup besar sebagai formasi pembawa batubara adalah Formasi Muaraenim yang dibagi atas empat anggota, yaitu Anggota M1, M2, M3 dan M4. Tiap anggota terdiri dari beberapa lapisan batubara dan batas antar anggota ditentukan oleh alas (*floor*) dan puncak (*top*) dari lapisan batubara. Anggota M1 terdiri dari dua lapisan batubara/*seam* yang dinamakan Keladi dan Merapi. Anggota M2 mengandung tiga *seam* yaitu Petai, Suban, Mangus yang dapat dibedakan atas Mangus-1 dan Mangus-2. Anggota M3 terdiri dari dua *seam* yaitu Burung dan Benuang, dan Anggota M4 terdiri dari empat *seam* yaitu Kebon, Benaka/Enim, Lematang/Jelawatan dan Niru. Di samping *seam-seam* tersebut pada beberapa anggota sering terdapat beberapa lapisan batubara relatif tipis dan tidak menerus yang dinamakan lapisan-lapisan gantung.

Anggota M1 bagian bawahnya dibatasi oleh alas dari *seam* Keladi dan

batas atas dibatasi *seam* Petai. Anggota M2 batas bawahnya adalah alas *seam* Petai dan batas atasnya puncak *seam* Mangus. Anggota M3 batas bawah adalah puncak *seam* Mangus dan batas atas adalah alas *seam* Kebon. Anggota M4 batas bawahnya alas *seam* Kebon dan batas atas adalah puncak *seam* Niru. Keberadaan anggota maupun lapisan-lapisan batubara tersebut di atas tidak selalu dijumpai secara lengkap pada setiap tempat pada sekuen Formasi Muaraenim, hal ini tergantung pada kondisi pengendapan, posisi pada cekungan dan aspek geologi lainnya (De Coster, 1974).

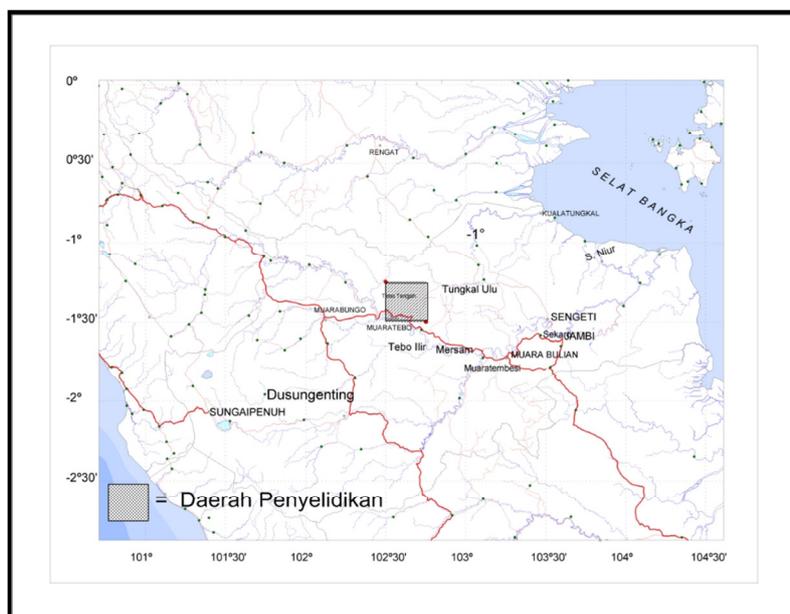
Bentang alam di daerah penyelidikan terdiri dari satuan morfologi perbukitan terjal, perbukitan bergelombang dan pendataran. Satuan morfologi perbukitan terjal ketinggian berkisar antara 200 – 500 mdpl terdapat di bagian Timurlaut yang ditempati oleh batuan dari kelompok Pra Tersier. Satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang menempati sebagian besar wilayah penyelidikan dan umumnya ditempati oleh batuan sedimen Tersier. Satuan pedataran melampar di bagian Selatan di sepanjang aliran Sungai Batanghari dan ditempati oleh endapan Kuartar (Gambar 2).

Struktur geologi di daerah penyelidikan berupa lipatan dan sesar. Lipatan berupa antiklin dan sinklin berarah

Baratlaut–Tenggara, sedangkan sesar berupa sesar naik berarah relatif sejajar dengan lipatan yaitu Baratlaut–Tenggara dan sesar normal berarah Utara–Selatan. Sesar normal umumnya memotong sumbu perlipatan atau sesar naik, dimensinya lebih kecil sehingga disimpulkan sebagai sesar-sesar lokal yang terbentuk kemudian (Simanjuntak, dkk., 1994).

**Maksud dan Tujuan**

Penyelidikan seismik refleksi endapan batubara di daerah Tebo Tengah dan sekitarnya, khususnya di wilayah Desa Mangupeh dan Desa Muara Kilis Kecamatan Ilir Tengah, Kabupaten Tebo Provinsi Jambi dimaksudkan untuk menambah informasi data potensi endapan batubara bawah permukaan sehingga dapat diketahui pola pelamparan, ketebalan lapisan, dan bentuk geometris dari endapan batubara pada kedalaman lebih besar dari 400 m. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran batubara pada kedalaman lebih dari 400 m di daerah penyelidikan dan sekitarnya dalam rangka inventarisasi endapan batubara bersistem di Cekungan Sumatera Selatan, melengkapi basis data (*database*) potensi endapan batubara Indonesia dan kemungkinan pengembangan gas metana batubara (CBM).

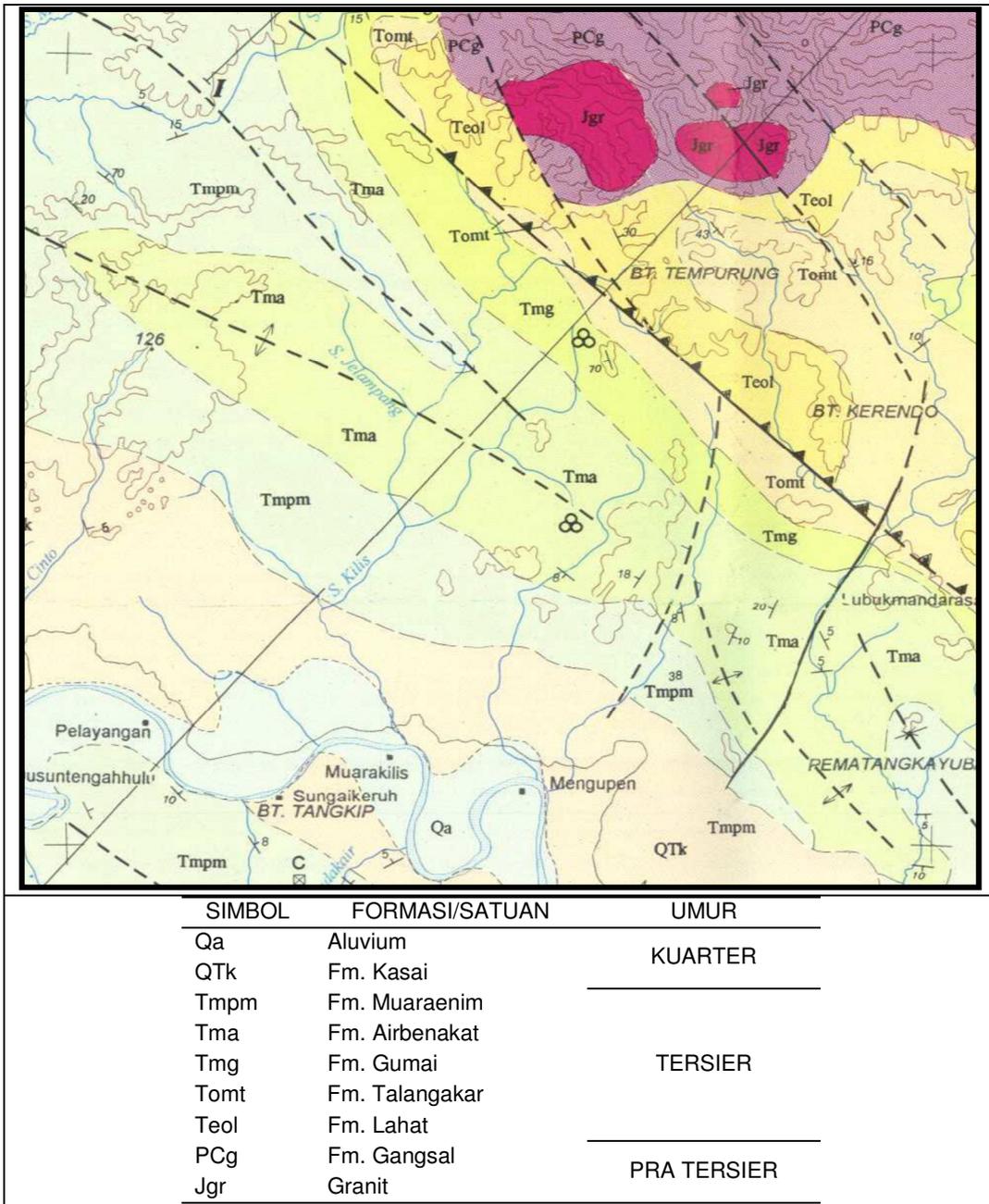


Gambar 1. Lokasi Daerah Penyelidikan Seismik Refleksi Tebo Tengah, Kecamatan HilirTengah, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.

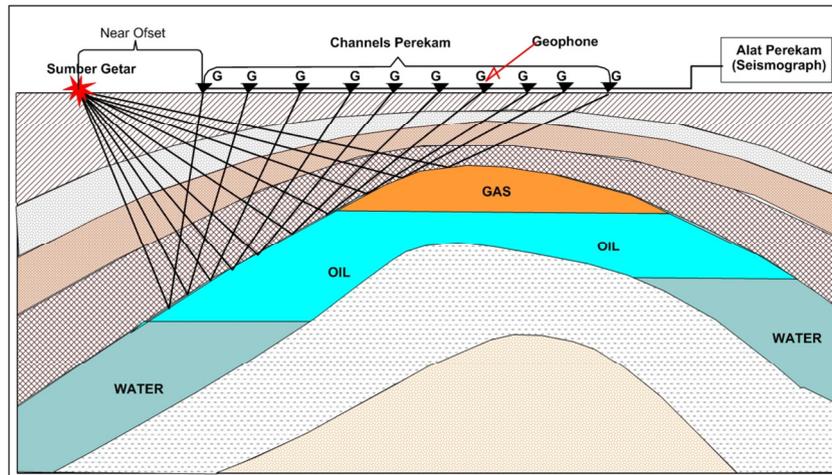
## METODE PENYELIDIKAN

Secara umum kegiatan akuisisi data seismik refleksi dimulai dengan membuat sumber getar buatan, misalnya dengan vibrator atau ledakan dinamit. Kemudian gelombang getar yang timbul dideteksi dan direkam dengan alat penerima, seperti *geophone* atau *hydrophone* (Gambar 3). Getaran hasil ledakan akan menembus ke dalam lapisan-lapisan sedimen dibawah permukaan bumi yang sebagian dari getaran gelombang

tersebut akan diteruskan ke kedalaman dan sebagian akan dipantulkan kembali ke permukaan oleh reflektor/bidang pantul. Sinyal yang dipantulkan kembali akan direkam oleh alat perekam yang diletakkan di permukaan. Sedangkan sinyal yang menembus lapisan bumi akan dipantulkan kembali oleh bidang pantul yang kedua, sinyalnya akan diterima kembali oleh alat perekam dipermukaan dan seterusnya hingga terakhir ke alat perekam. Alat perekam akan menghasilkan data jejak seismik (*trace seismic*).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penyelidikan (Modifikasi dari Simanjuntak, dkk., 1994).



Gambar 3. Ilustrasi konfigurasi pengambilan data seismik refleksi di darat. (Lyatsky & Lawton, 1998).

Secara umum tata cara kegiatan dalam operasi penyelidikan seismik refleksi dapat dijelaskan berikut:

1. Pelaksanaan tes parameter akuisisi agar survey optimal yang diperoleh berupa interval *shot point* (SP), Interval *receiver*, interval *shot line*, interval *Receiver line*, Kedalaman lubang SP, banyaknya bahan peledak yang dipakai, *gain* yang digunakan, *fold coverage*, *channel* yang aktif dalam satu penembakan, jumlah *geophone* per grup.
2. Pembuatan desain survei koordinat teoritik dari titik-titik tembak dan posisi *geophone receiver*.
3. Pengukuran dan pemberian tanda terhadap kordinat titik tembak dan *geophone receiver* oleh bersamaan dengan pembukaan akses jalan, pemindahan (*offset* dan kompensasi)

- titik tembak jika ditemukan penghambat dalam survei serta pembuatan jembatan apabila diperlukan guna pergerakan orang dan peralatan pada lintasan ukur.
4. Pembentangan (*spread*) kabel dan pemasangan *geophone* untuk kondisi permukaan yang kering dan *hydrophone* untuk kondisi berair/ rawa.
5. Perekaman dengan melakukan penembakan pada titik tembak (*shot point*) dan mengaktifkan *receiver* dengan jumlah *channel* yang aktif disesuaikan dengan hasil tes parameter yang dilakukan. Sebelum penembakan dilakukan, ada petugas yang bertugas untuk penghentian bising yang disebabkan oleh aktifitas orang atau hewan. Kontrol kualitas data rekaman, untuk memastikan data telah memenuhi syarat atau malah perlu dilakukan penembakan ulang.



Gambar 4. Alat seismik untuk Membangkitkan Gelombang



Gambar 5. Suasana Pengukuran Lintasan A pada Posisi A.3500.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Titik Ukur

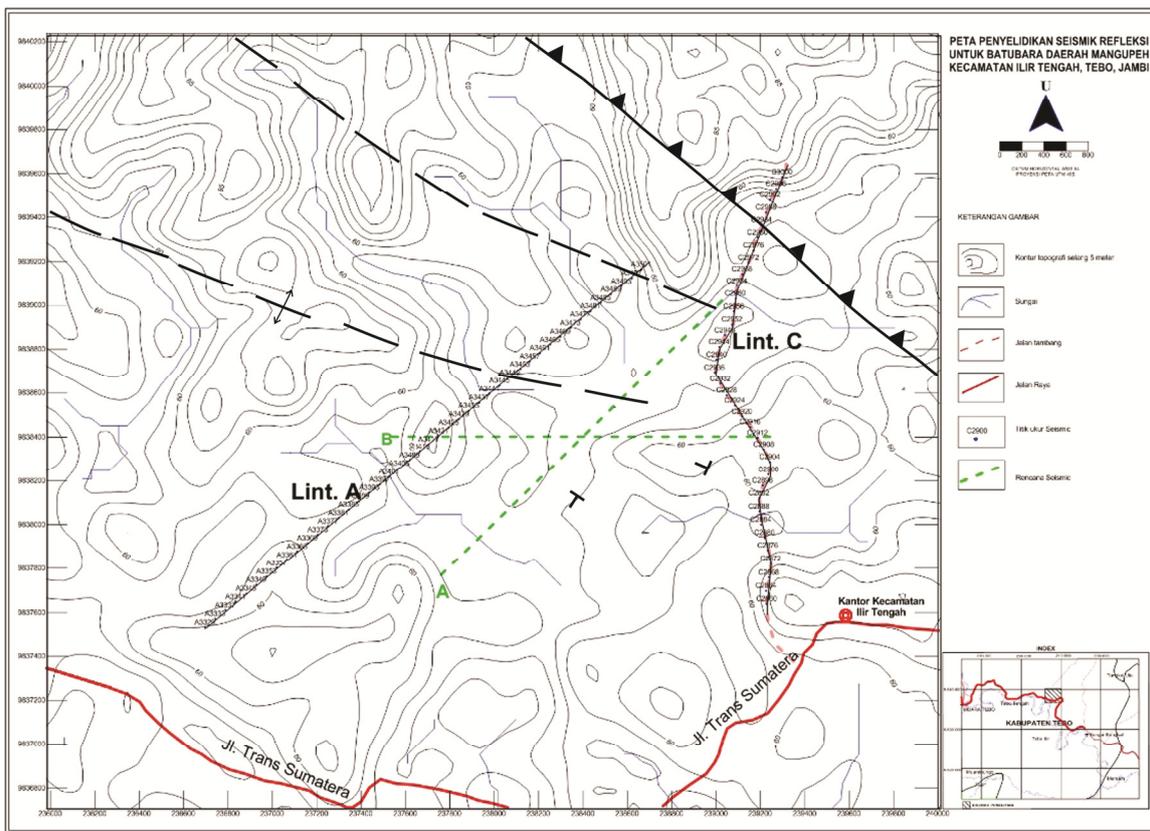
Pengukuran seismik refleksi di daerah penyelidikan dilaksanakan sebanyak dua lintasan ukur A dan C dengan susunan bentangan geophone dengan *shot point* dilakukan dengan *end off spread*, interval *geophone* 15 m, *near offset* 15 m. Pengukuran dilakukan tegak lurus arah umum struktur perlapisan batuan sedimen sehingga arah lintasan pengukuran berarah baratdaya-timurlaut dengan panjang lintasan masing-masing sekitar 2 Km. Jumlah titik shot yang diukur adalah 300 shot dimana setiap shot dilakukan 3-4 kali *stack*. Banyaknya *stack* dalam satu *shot* tergantung dari kualitas data yang dihasilkan, apabila dengan tiga *stack* masih belum cukup, maka ditambahkan lagi satu *stack*. Lintasan A berarah baratdaya-timurlaut (Gambar 7) atau tegak lurus dengan arah umum struktur geologi dan berada pada kondisi tanah yang berawa. Dalam pengukuran seismik refleksi ini digunakan Peta Rupabumi Indonesia skala 1:50.000 lembar Muara Kilis (091451) yang dikeluarkan oleh Bakosurtanal pada tahun 1991.

Lintasan yang pada rencana awal berarah sejajar dengan struktur geologi dirubah menjadi lintasan C yang tegak lurus dengan struktur dan berjarak satu kilometer dari lintasan A. Lintasan C ini berada di sepanjang jalan masuk ke area pertambangan batubara (Gambar 6). Hal ini dilakukan karena pada saat pengukuran di Lintasan A dengan kondisi tanah berawa, data yang dihasilkan kurang bagus sehingga untuk Lintasan C di pindahkan ke lokasi yang mempunyai kondisi tanah yang kompak dan bukan lahan urugan.

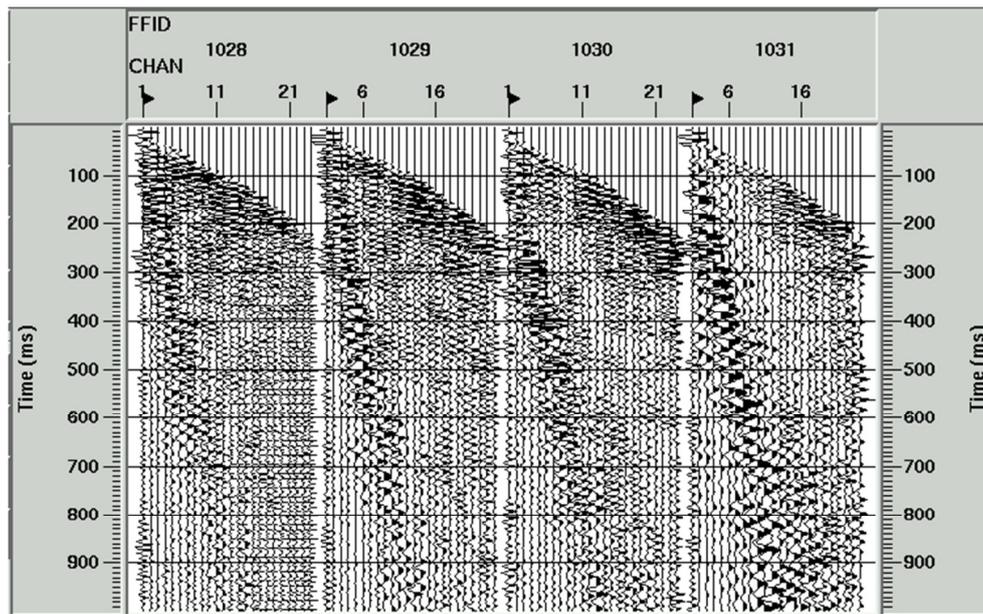
Kualitas data yang dihasilkan pada lintasan A sebagian besar cukup baik, kecuali pada beberapa titik shot yang berada di rawa, bahkan sebagian titik *shot* yang berada di rawa diabaikan. Kualitas data yang dihasilkan pada lintasan C lebih baik daripada data di lintasan A. Pada lintasan A, tampak bahwa hasil pengukuran lebih banyak *noise* pada kedalaman dangkal sedangkan pada lintasan C, *noise* berkurang. Faktor struktur geologi juga sangat menentukan, apalagi letak pengukuran berada pada antara dua cekungan (Gambar 8).



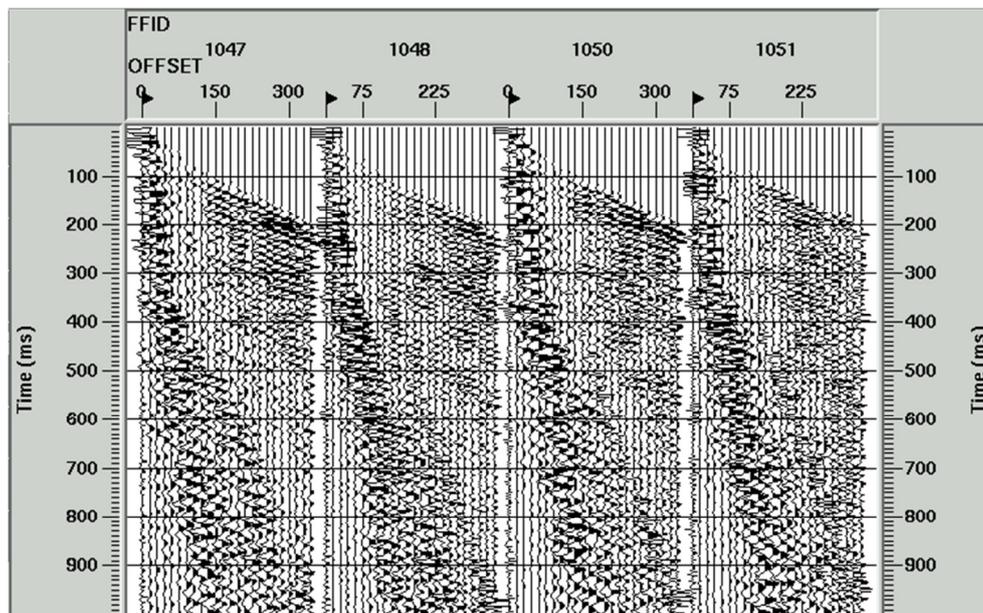
Gambar 6. Contoh Tambang Terbuka ± 100 m dari Lintasan C di Desa Mangupeh



Gambar 7. Peta lintasan survei seismik refleksi di daerah penyelidikan



( a )



( b )

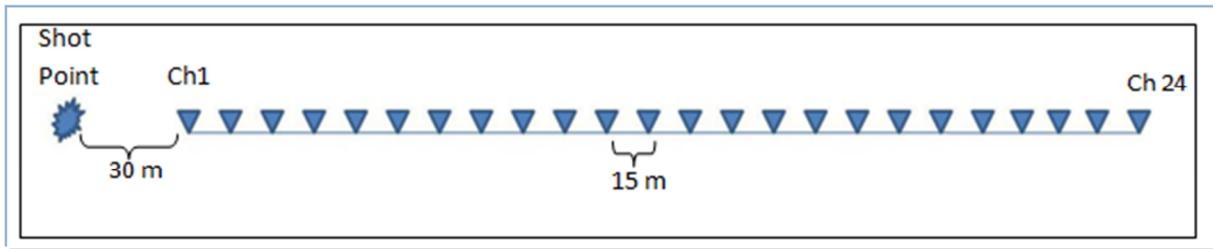
Gambar 8. (a) Shot gather lintasan A, (b) shot gather lintasan C.

**Pengambilan Data Lapangan**

Uji parameter berupa uji *noise*, uji *source*, uji *filter*, dan uji *gain* dilakukan sebelum pengukuran di lintasan pada beberapa lokasi *shot* dan berulang-ulang sampai didapatkan parameter terbaik untuk diterapkan di semua lokasi *shot*. Hasil uji adalah sebagai berikut:

Jumlah <i>channel</i>	24
<i>record length</i>	1.5 s

<i>Sampling interval</i>	2 ms
<i>Sweep length</i>	30.5 s
<i>High cut</i>	out
<i>Pre-amp gain</i>	<i>Taper 3 channel low gain</i>
<i>Spasi geophone</i>	15 m
<i>Spasi shot point</i>	30 m
<i>Stack/shot point</i>	3 – 4 <i>stack</i>
<i>Shot configuration</i>	<i>End-off spread</i>
<i>Near offset</i>	15 m
<i>Far offset</i>	360 m
Panjang Lintasan A	2130 m
Panjang Lintasan C	2205 m



Gambar 9. Ilustrasi konfigurasi penembakan *end-off spread*.

### Pemrosesan Data

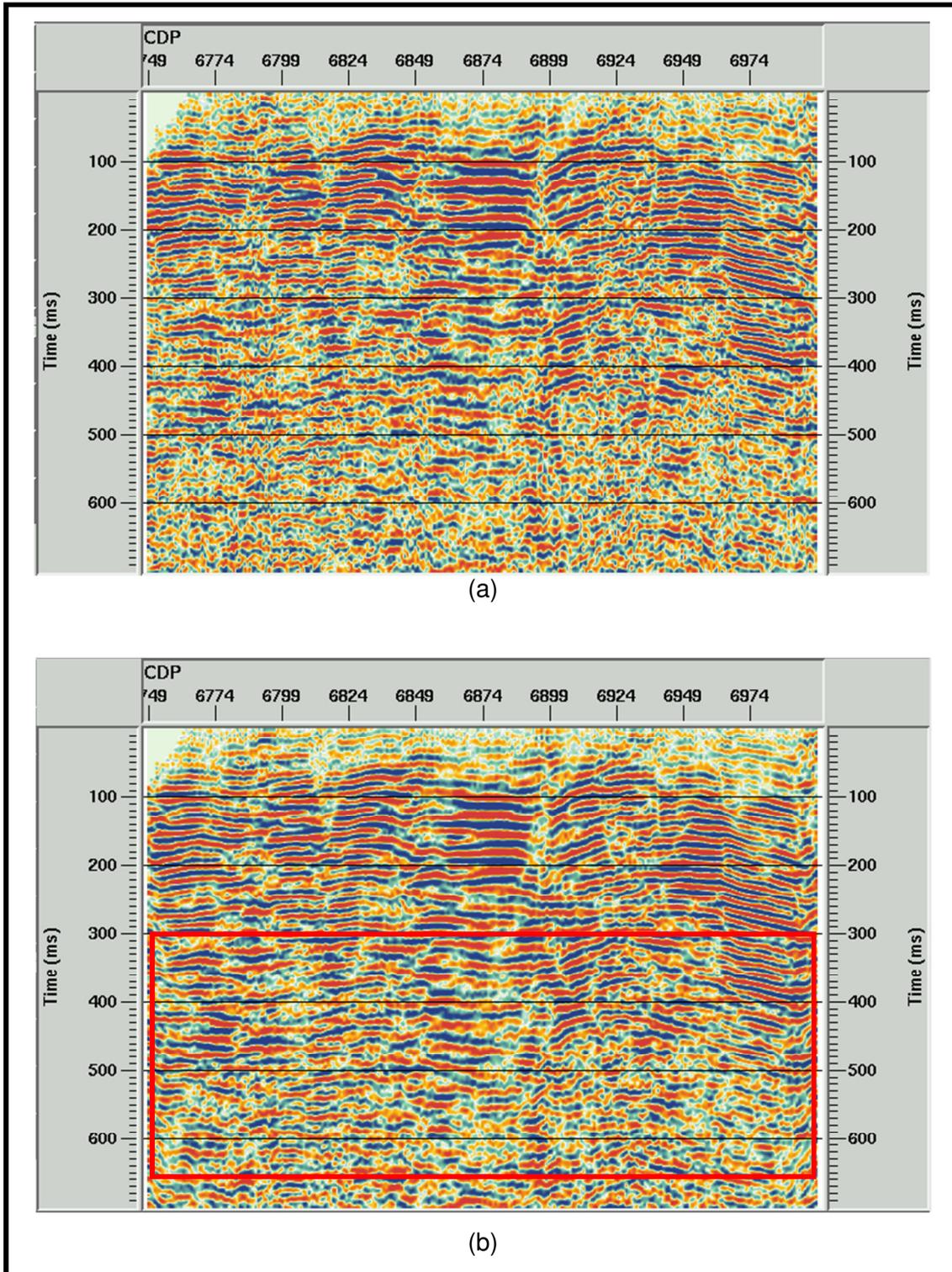
Tahapan proses data seismik refleksi dibagi menjadi tiga yaitu *pre-processing*, *processing*, dan *post-processing*. Selain data lapangan dalam format SEG (SEG-Y, SEG-D, SEG-B), perlu dipersiapkan juga data pendukung lainnya seperti *observer report*, koordinat *shot point* (SP), dan koordinat *geophone*. Tahapan *Pre-processing* yang pertama adalah TAR (*true amplitude recovery*) yang bertujuan untuk mengembalikan nilai amplitudo sinyal dari sumber getar ke nilai aslinya. Karena semakin dalam penetrasi maka sinyal dari sumber getar yang ditangkap geophone akan semakin lemah. Oleh karenanya diperlukan analisis kecepatan, koreksi statik residual. Untuk menganalisa kecepatan gelombang digunakan metode *semblance* yang akan menghasilkan kecepatan perataan (rms). Kecepatan optimum pada reflektor dengan kontur yang tinggi. Pencuplikan kecepatan dilakukan setiap 20 CDP (*Common Depth Point*, berjarak 200 meter) pada data *supergather* yaitu data 11 CDP *Gather* yang di *stack* dengan tujuan menguatkan sinyal dan mereduksi *noise*.

Seiring dengan berubahnya nilai kecepatan setelah dilakukan analisis kecepatan, maka nilai statik pun akan berubah. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan ulang statik lagi untuk

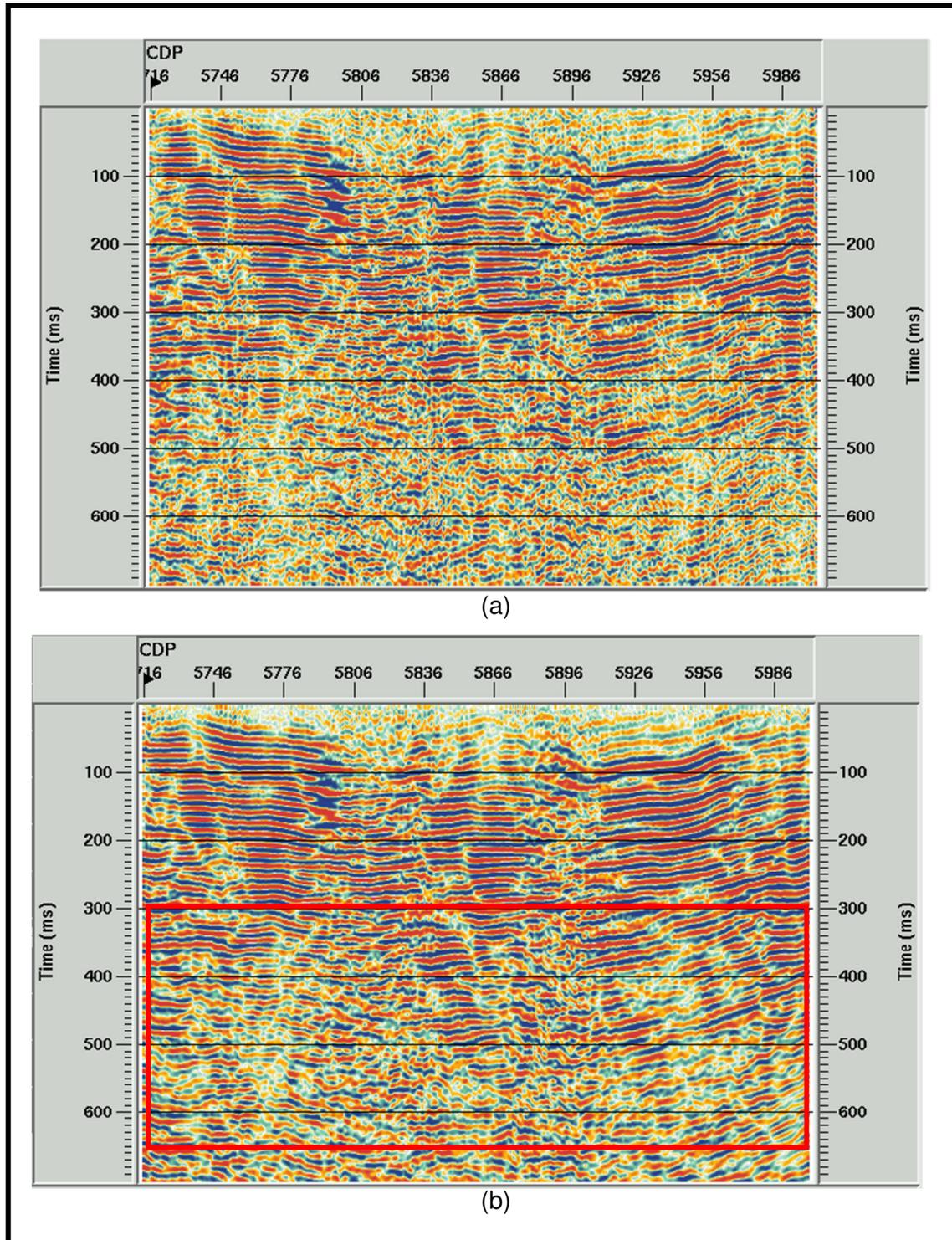
mendapatkan nilai koreksi statik residual. Koreksi statik residual dilakukan dengan membuat *window* pada data *stack*. Kemudian akan dilakukan perhitungan matematis yang menghasilkan nilai koreksi statik residual. Pada pemrosesan data ini, *window* yang dibuat adalah 7 CDP secara lateral dan 300 ms secara vertikal. Nilai koreksi ini kemudian diaplikasikan terhadap data *CDP Gather* dan *distack* untuk dibandingkan dengan data penampang sebelum koreksi statik residual. Selanjutnya, data *CDP Gather* dibersihkan dari *noise* dengan lebih kuat. Utamanya pembersihan, dilakukan untuk *random noise* sehingga diharapkan data penampang memiliki kemenerusan yang lebih baik.

Hal yang sangat penting dalam prosesing data seismik ini adalah migrasi data. Migrasi data dilakukan dengan tujuan mengembalikan reflektor ke lokasi sebenarnya atau menghilangkan difraksi yang diakibatkan efek kemiringan pada data topografi. Difraksi dihilangkan karena bisa mengecoh pada saat interpretasi data penampang. Untuk data ini migrasi yang dilakukan adalah *post stack time migration* dengan metode Kirchoff (Diessel, 1984).

Data hasil migrasi dapat mempertegas keberadaan reflektor seperti yang terlihat pada gambar 10 dan Gambar 11. Penampang ini merupakan produk akhir dari processing data seismik refleksi.



Gambar 10. Penampang Lintasan A (a) sebelum migrasi, (b) setelah migrasi.



Gambar 11. Penampang Lintasan C (a) sebelum migrasi, (b) setelah migrasi

**PEMBAHASAN**

Jumlah panjang lintasan ukur seismik refleksi yang telah diselesaikan di daerah penyelidikan mencapai 4.335 m.. Lintasan ukur seismik refleksi lebih difokuskan pada kondisi tanah padat dan kering seperti misalnya sepanjang jalan

setapak atau jalan masuk ke areal pertambangan yang telah dikupas tanah penutupnya dan diperkeras dengan batu kerikil.

“*Depth Section*” (penampang kedalaman) dari lintasan A dan lintasan B sebagai hasil akhir dari pemrosesan data memberikan informasi terdapat beberapa

indikasi lapisan batubara yang dicirikan dengan kemenerusan besaran amplitudo yang sama dan kecerahan tampilannya dari pada lapisan lain yang tergambar (Lyatsky dan Lawton, 1988).

Proses penafsiran penampang kedalaman dari hasil akhir processing data adalah dengan cara membedakan berdasarkan kemenerusan besaran amplitudo yang sama (walaupun terputus-putus) dan kecerahan tampilannya yang kemudian dibandingkan dengan hasil penafsiran penampang geologi daerah penyelidikan. Penampang kedalaman seismik dapat memberikan gambaran tiga formasi batuan dan ditafsirkan terdapat lima lapisan batubara yang terkandung di dalamnya.

Hasil ahir prosesing data yang berupa penampang kedalaman ditafsirkan seperti berikut:

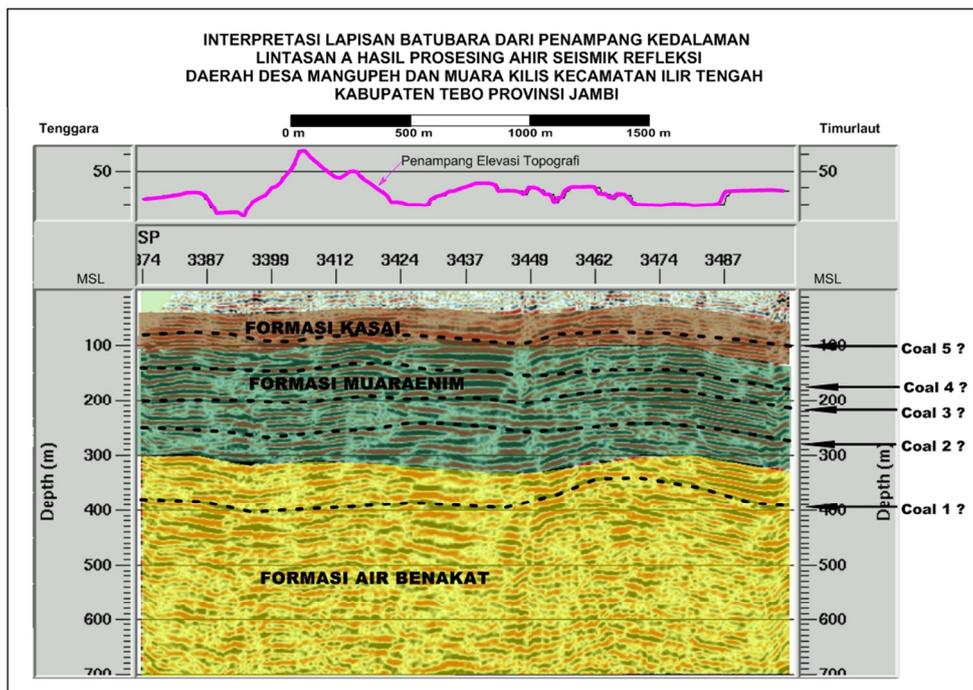
**Penampang Kedalaman Lintasan A**

Penampang ini (Gambar 12) memberikan gambaran pendeteksian sampai kedalaman lebih dari 450 m dari permukaan tanah dan diperkirakan terdapat lima lapisan batubara (*coal 1 – coal 5*) yang ketebalannya tidak dapat ditentukan (Tabel 1).

Dari permukaan tanah sampai dengan kedalaman 40 m ditafsirkan sebagai tanah penutup hasil pelapukan batuan, pada kedalaman ini tidak tergambar informasi adanya kemenerusan besaran amplitudo dan kecerahan tampilannya, kemungkinan besar ini diakibatkan oleh sifat fisik batuan yang sangat lambat meneruskan gelombang getar sehingga pada saat prosesing data menghasilkan zona buram.

Tabel 1. Penafsiran Lapisan Batubara pada Lintasan A

<b>Nama Lapisan</b>	<b>Kedalaman</b>	<b>Formasi</b>
Lapisan batubara 5 ( <i>coal 5</i> )	Berundulasi di kedalaman 50 – 100 m	Kasai
Lapisan batubara 4 ( <i>coal 4</i> )	Berundulasi di kedalaman 120 – 140 m	Muara Enim
Lapisan batubara 3 ( <i>coal 3</i> )	Berundulasi di kedalaman 180 – 220 m	Muara Enim
Lapisan batubara 2 ( <i>coal 2</i> )	Berundulasi di kedalaman 250 – 280 m	Muara Enim
Lapisan batubara 1 ( <i>coal 1</i> )	Berundulasi di kedalaman 350 – 450 m	Airbenakat



Gambar 12 Pendugaan Lapisan Batubara Lintasan A.

**Penampang Kedalaman Lintasan C**

Penampang ini (Gambar 13) memberikan gambaran pendeteksian sampai kedalaman lebih dari 450 m dari permukaan tanah yang diperkirakan terdapat lima lapisan batubara (*coal 1 – coal 5*) yang ketebalan lapisan batubara tidak dapat ditentukan(Tabel 2).

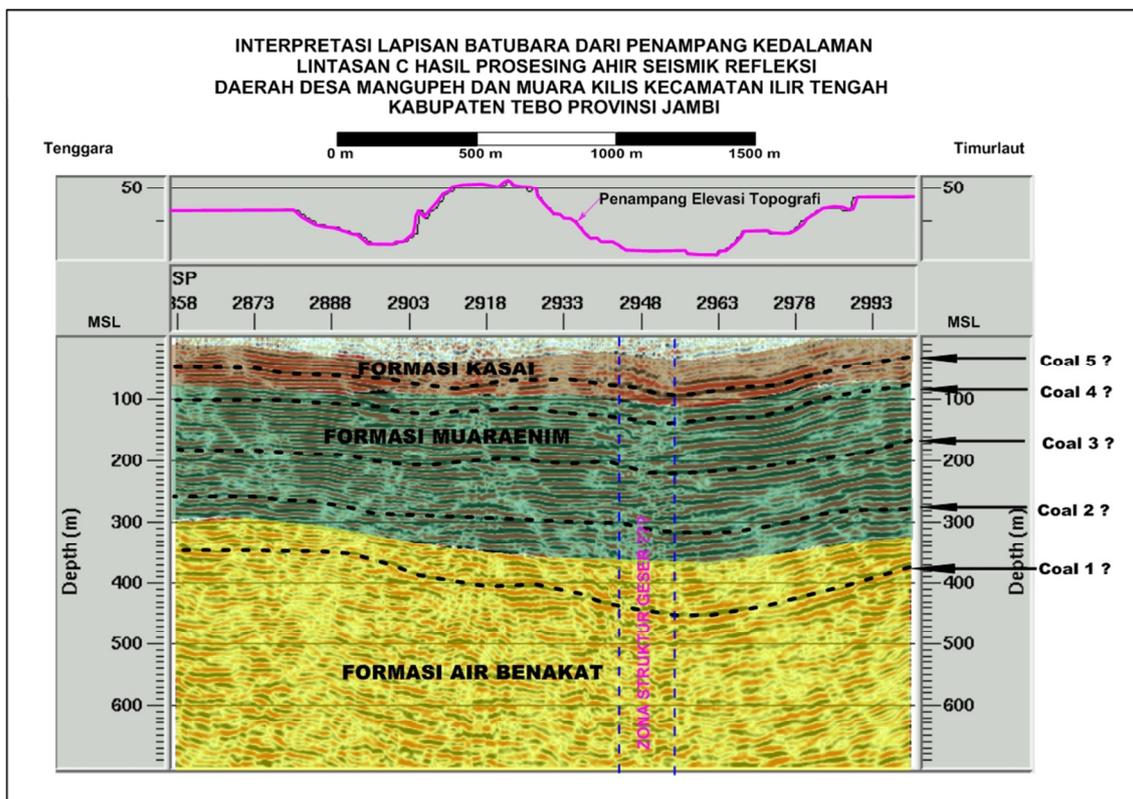
Dari permukaan tanah sampai dengan kedalaman 40 m ditafsirkan sebagai tanah penutup hasil pelapukan batuan, pada kedalaman ini tidak tergambar informasi adanya kemenerusan

besaran amplitudo dan kecerahan tampilannya, kemungkinan besar ini diakibatkan oleh sifat fisik batuan yang sangat lambat meneruskan gelombang getar sehingga pada saat prosesing data menghasilkan zona buram.

Penampang lintasan C memberikan gambaran adanya zona cepat rambat gelombang rendah secara tegak pada posisi titik ukur C.2940 – C.2955 (lebar lebih dari 75 m) namun tidak tampak adanya *offset*, ini ditafsirkan sebagai akibat keberadaan struktur geologi berupa struktur patahan/sesar.

Tabel 2. Penafsiran Lapisan Batubara pada Lintasan C

Nama Lapisan	Kedalaman	Formasi
Lapisan batubara 5 ( <i>coal 5</i> )	Berundulasi di kedalaman 40 – 70 m	Kasai
Lapisan batubara 4 ( <i>coal 4</i> )	Berundulasi di kedalaman 100 – 120 m	Muara Enim
Lapisan batubara 3 ( <i>coal 3</i> )	Berundulasi di kedalaman 200 – 220 m	Muara Enim
Lapisan batubara 2 ( <i>coal 2</i> )	Berundulasi di kedalaman 300 – 320 m	Muara Enim
Lapisan batubara 1 ( <i>coal 1</i> )	Berundulasi di kedalaman 380 – 470 m	Airbenakat



Gambar 13. Pendugaan Lapisan Batubara Lintasan C.

## KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan seismik refleksi batubara di Desa Mangupeh dan Muara Kilis, Kecamatan Ilir Tengah Kabupaten Tebo Provinsi Jambi, dapat disimpulkan bahwa penampang Lintasan A dan Lintasan C memberikan informasi bawah permukaan yang hampir sama terutama pada posisi pendeteksian kedalaman  $\pm 450$  m dan diduga terdapat lima lapisan batubara yang ketebalannya tidak dapat ditentukan. Lapisan batubara tersebut diperkirakan termasuk dalam Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim, dan Formasi Kasai, selain itu dari cepat rambat gelombang yang rendah diperkirakan terdapat struktur geologi berupa struktur patahan/sesar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Penyelidikan Seismik Refleksi daerah Tebo Tengah Kabupaten Tebo Provinsi Jambi yang telah mengizinkan untuk menggunakan data dan penafsiran laporan hasil penyelidikan untuk dijadikan makalah Buletin Sumber Daya Geologi sehingga kedua penulis dapat menyelesaikan tulisan ini menjadi makalah ilmiah. Alasan pemilihan laporan ini disebabkan penyelidikan seismik refleksi jarang dilakukan dalam eksplorasi batubara secara khusus. Terima kasih juga untuk rekan-rekan yang memberikan saran dalam penyempurnaan makalah ini terutama para pengelola Buletin Sumber Daya Geologi Pusat Sumber Daya Geologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010, *Laporan Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan, Daerah Sumai, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Anonim, 2013, *Laporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah Pusat Sumber Daya Geologi 2013*, PSDG Bandung, 145 halaman.
- Darman, H., dan Sidi, F. H., 2000, *An Outline Of The Geology of Indonesia*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- De Coster, G.H., 1974, *The Geology of the Central and South Sumatera Basin*, Indonesia Petroleum Assosiation, 3rd Ann. Conv, Proceeding.
- Diessel, C.F.K., 1984, *Coal geology*, Workshop Course 274/84, Australian Mineral Foundation, 20-24<sup>th</sup> February 1984, Indonesia.
- Lyatsky H.V. dan Lawton, D.C., 1988, "Application Of The Surface Reflection Seismik Method To Shallow Coal Exploration In The Plains Of Alberta", Canadian Journal of Geophysics, Vol 24. No. 2
- Simandjuntak, T.O., Buditrisna, T., Surono, Gafoer, S., dan Amin, T.C., 1994. *Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera., Skala 1:250,000*. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi, Bandung.

**KARAKTERISTIK BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CIBULAKAN  
DI DAERAH PALIMANAN, CIREBON, JAWA BARAT**  
*HYDROCARBON HOST ROCK CHARACTERISTICS OF CIBULAKAN FORMATION  
AT PALIMANAN AREA, CIREBON, WEST JAVA*

**Praptisih dan Kamtono**

Puslit Geoteknologi LIPI

Jalan Sangkuriang Komplek LIPI, Bandung

praptie3103@yahoo.com

diterima : 17 Februari 2014

direvisi : 21 April 2014

disetujui : 20 April 2014

### ABSTRAK

Penelitian batuan induk hidrokarbon yang dilakukan pada Formasi Cibulakan di daerah Palimanan, Cirebon bertujuan untuk memperoleh data permukaan endapan klastik berbutir halus serta karakteristik litofasies yang diduga sebagai batuan induk hidrokarbon. Metode yang dipakai adalah penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan meliputi pengamatan stratigrafi detil dan pengambilan conto batuan, sedang analisis laboratorium terdiri dari analisis kandungan *Total Organic Carbon* dan analisis *Pirolisis Rock Eval*. Hasil analisis *Total Organic Carbon* terhadap 17 conto batulempung dan batulanau yang diambil dari Formasi Cibulakan menunjukkan nilai berkisar 0,27-4,43%, dan umumnya mempunyai potensi membentuk hidrokarbon dalam katagori rendah hingga sangat baik. *Pirolisis Rock Eval* dilakukan terhadap 9 conto yang berpotensi membentuk hidrokarbon dan memperlihatkan nilai  $T_{max}$  sebesar 331-557°C. Nilai yang menunjukkan tingkat kematangan termal sebanyak 6 conto dinyatakan matang hingga pasca matang dengan nilai  $T_{max}$  berkisar 445-557°C, sedang 3 conto lainnya belum matang dengan nilai  $T_{max}$  sebesar 331-362°C. Nilai *Hydrogen Index* berkisar 3-338 mg *Hydrocarbon/g Total Organic Carbon*, dan berada dalam fasies BC, CD dan D. Batuan induk tersebut dapat menghasilkan minyak dalam kuantitas sedang dan gas dalam kuantitas kecil. Potensi hidrokarbon di daerah penelitian menunjukkan kategori kekayaan material organik rendah hingga sangat baik, dengan kerogen termasuk tipe II dan III. Kualitas batuan sumber berdasarkan nilai *Hydrogen Index* termasuk dalam kategori *gas prone* dan *oil prone*.

**Kata Kunci** : batulempung, batuan induk, Formasi Cibulakan, hidrokarbon, *Total Organic Carbon* (TOC).

### ABSTRACT

*Study of hydrocarbon that was carried out on the Cibulakan Formation in the area of Palimanan, Cirebon aims to obtain surface data of fine-grained clastic sediments and lithofacies characteristics that estimated as hydrocarbon source rock. The methods used in this research are field study and laboratory analyses. Field research includes detailed stratigraphic observations and taking some rock samples, while laboratory analysis consists of analyzing the content of TOC and Rock Eval pyrolysis. Results of TOC analysis of the 17 samples claystone and siltstone showed the values ranging from of 0.27 to 4.43% and generally have potential to generate hydrocarbon from the category low to very good. RockEval Pyrolysis performed on 9 samples that potential to generate hydrocarbons and shows value of  $T_{max}$  of 331<sup>o</sup> to 557<sup>o</sup> C. Value that indicates the level of thermal maturity as much as 6 samples expressed mature to post mature with  $T_{max}$  values ranging from 445 to 557<sup>o</sup> C, while the other 3 samples with immature  $T_{max}$  values of 331 to 362<sup>o</sup> C. HI values range from 3 to 338 mg HC/g TOC, and facies classification are in BC, CD and D. Some samples of source rock in this study area can generate oil in sufficient quantity, and gas in small quantity. The hydrocarbon source rock potential level in the investigation area shows*

*poor to very good organic richness, and kerogen is included into type II and III. The source rock quality on the hydrogen Index (HI) value tends to be gas prone and oil prone.*

**Keywords :** Cibulakan Formation, claystone, hydrocarbon, source rock, TOC.

## PENDAHULUAN

Dalam sistem minyak bumi (*Petroleum system*) terdapat empat unsur utama yang berkaitan dengan terdapatnya hidrokarbon dalam suatu cekungan. Unsur penting tersebut adalah terdapatnya batuan induk (*source rock*), reservoir, lapisan penutup (*seal*) dan perangkap (*trap*). Karakteristik umum batuan induk adalah batuan sedimen klastik berbutir halus umumnya berwarna gelap karena mengandung material organik, yang dalam kedudukannya di alam telah dan/atau sedang menghasilkan hidrokarbon yang dapat terakumulasi menjadi minyak atau gas (Brooks, 1987, op.cit Einsele, 2000). Studi geokimia batuan induk akan memberikan informasi prosentase kandungan material organiknya tiap satuan volume, tingkat kematangan serta kemampuan batuan induk untuk dapat melepaskan kandungan hidrokarbon, sehingga gambaran potensi batuan induk dapat diketahui (Waples, 1985). Salah satu indikasi adanya batuan induk adalah rembesan gas atau minyak di permukaan.

Di Jawa Barat wilayah daratan sebagian besar rembesan minyak atau gas secara fisiografi berada pada zona Antiklinorium Bogor yang tertutup oleh endapan vulkanik Kuartar. Dari fakta ini, secara stratigrafi diduga di bawah batuan vulkanik Kuartar terdapat batuan yang mempunyai karakteristik sebagai batuan induk. Dalam tulisan ini disajikan hasil studi geokimia batuan yang diduga sebagai batuan induk yang sebagian besar contoh diambil dari area pabrik semen yang dikelola oleh PT Indocement.

Tujuan utama dari studi ini adalah untuk menguji suatu dugaan bahwa batuan yang dapat bertindak sebagai batuan induk adalah batuan dari Formasi Cibulakan. Beberapa contoh singkapan terpilih dianalisis geokimia yang meliputi kandungan material organik dan analisis pirolisis *rock eval*.

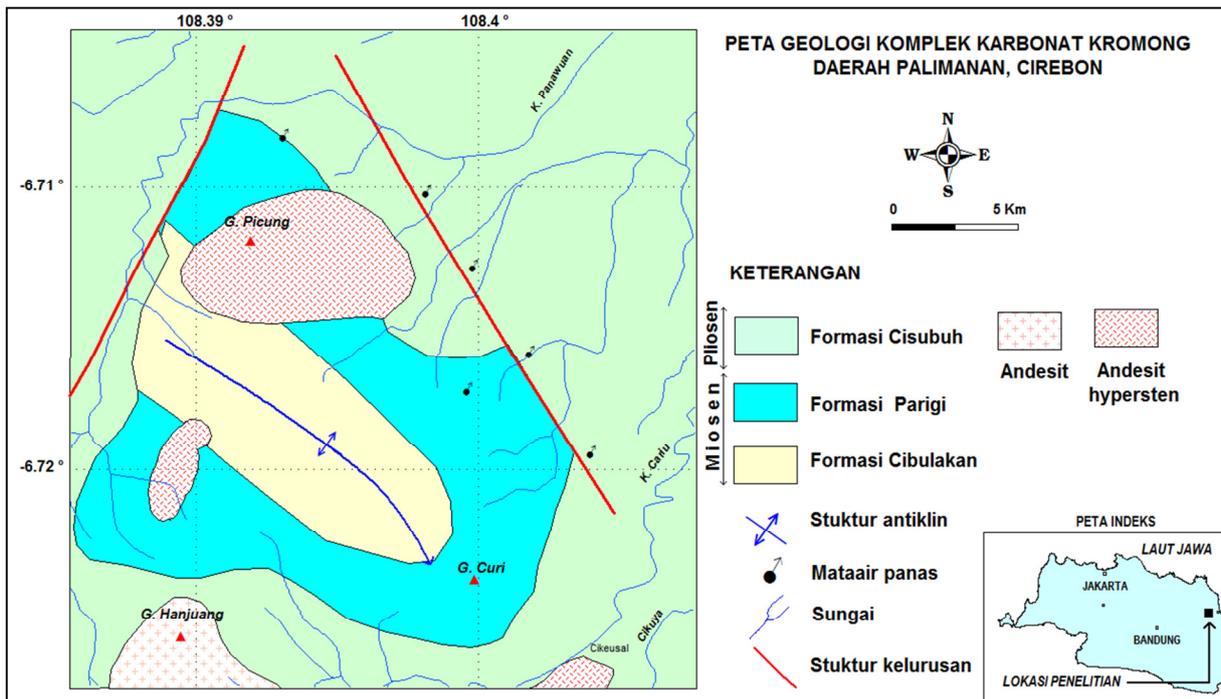
## METODOLOGI

Dalam studi batuan induk, diawali dengan penelusuran pustaka mengenai cekungan-cekungan sedimen yang telah terbukti mengandung hidrokarbon. Kemudian dilakukan pengamatan karakteristik dan potensi batuan induk, pengambilan contoh batuan di permukaan yang selanjutnya dianalisis kandungan *Total Organic Carbon (TOC)* dan analisis pirolisis *Rock Eval*. Analisis ini untuk mengetahui indeks produksi (PI), Indeks Hidrogen (HI) dan temperatur maksimum pembentukan hidrokarbon dari kerogen.

## GEOLOGI

Penelitian geologi detil di kompleks Gunung Kromong telah dilakukan oleh Pringgoprawiro dkk., 1977 (Gambar 1), ditujukan untuk mengetahui kandungan fosil foraminifera yang terdapat di daerah tersebut dan hasilnya menjadi dasar penyusunan biostratigrafi. Batuan tertua yang tersingkap di daerah Kromong adalah Formasi Cibulakan terdiri dari batugamping di bagian bawah dan ditutupi oleh sedimen lempung bersisipan lapisan-lapisan tipis batugamping di bagian atas. Berdasarkan fosil foraminifera besar yang terdapat dalam batuan gamping, Formasi Cibulakan ditafsirkan berumur Miosen Tengah (Pringgoprawiro dkk., 1977).

Selaras di atas Formasi Cibulakan diendapkan Formasi Parigi disusun oleh lapisan batugamping berwarna abu-abu dan bersifat keras, berumur Miosen Atas berdasarkan fosil foraminifera. Di atas Formasi Parigi diendapkan Formasi Cisubuh yang disusun terutama oleh batulempung bersisipan batupasir berlapis tipis. Batulempung Formasi Cisubuh ini mengandung banyak foraminifera kecil yang berumur Mio-Pliosen (Pringgoprawiro dkk., 1977). Formasi Cisubuh secara tidak selaras ditutupi oleh batuan-batuan vulkanik muda berumur Plistosen.



Gambar 1. Peta Geologi Komplek Karbonat Kromong, daerah Palimanan Cirebon (Pringgoprawiro, dkk., 1977).

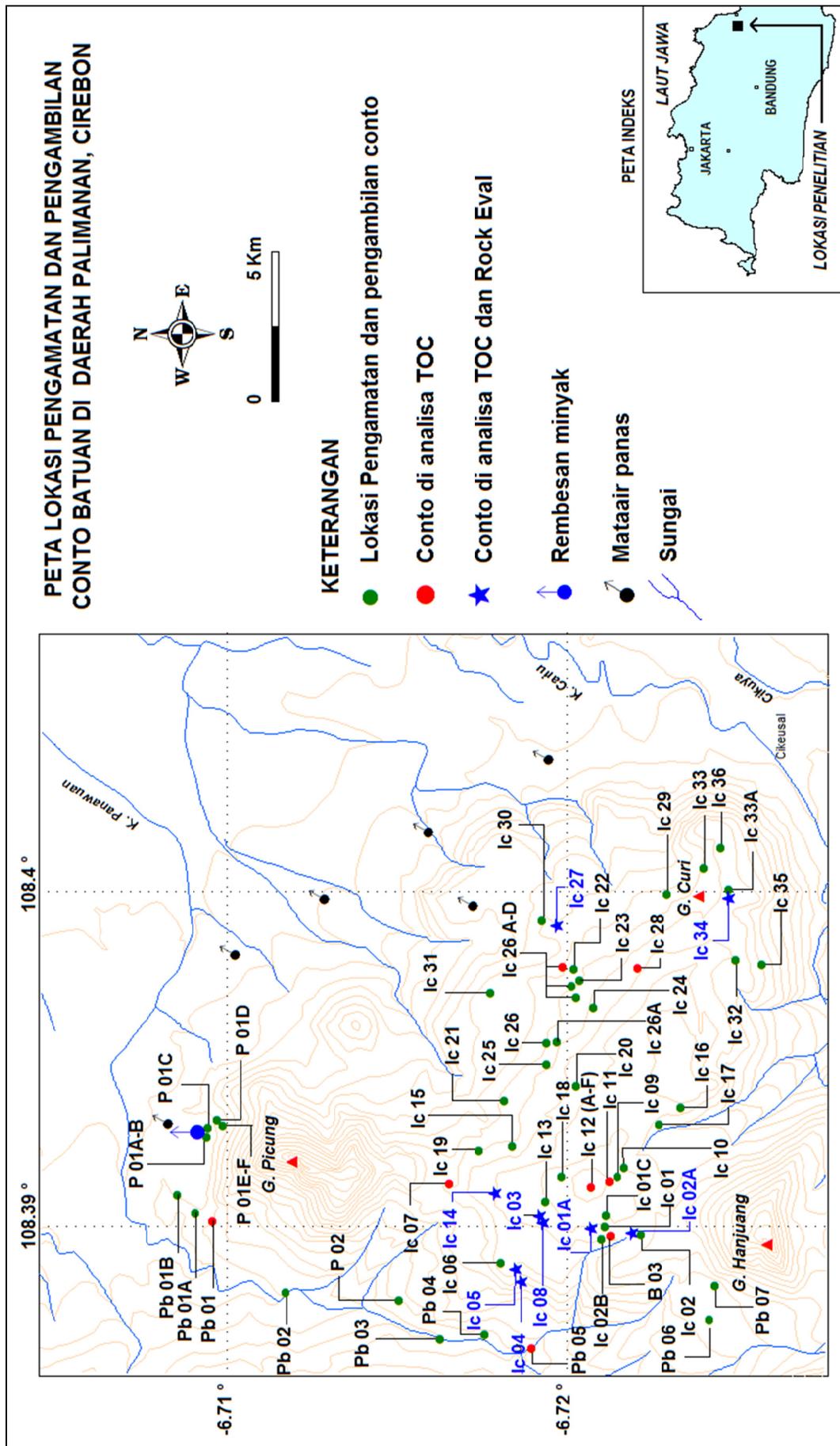
Batuan karbonat di Kompleks Kromong diterobos oleh andesit dan dasit pada Plio-Plistosen yang mengakibatkan terjadinya proses rekristalisasi pada beberapa bagian dari batuan karbonat Formasi Cibulakan dan Formasi Parigi. Struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian terdiri dari antiklin dan beberapa kelurusan (Gambar 1).

**Hasil Pengamatan Lapangan**

Penelitian dilakukan di daerah Palimanan Cirebon (Praptisih, dkk, 2013). Pengamatan singkapan batuan dilakukan pada Formasi Cibulakan di lokasi-lokasi terpilih. Lokasi pengamatan dan pengambilan contoh batuan dituangkan dalam Gambar 2.

Di lokasi bekas tambang batugamping dijumpai rembesan minyak yang tercampur dengan air dan aspal yang berwarna hitam (Gambar 3A). Lokasi

Rembesan terdapat di batas antara Formasi Parigi dan Formasi Cibulakan. Batugamping Formasi Parigi dengan ketebalan sekitar 56 meter, bagian bawah ditempati batugamping *packstone*, berwarna abu-abu, mengandung *branching coral*, moluska, *worm tube*, *red algae*, juga didapatkan lensa-lensa batulempung karbonan yang berwarna hitam (Gambar 3B), di atasnya diendapkan batugamping setebal 1,5 m yang kaya oleh *branching coral*. Batugamping berwarna abu-abu yang banyak mengandung fosil *cycloclypeus annulatus* diendapkan di atasnya. Batugamping *packstone* yang mengandung pecahan *branching coral*, *worm tube*, dan moluska dengan sisipan serpih abu-abu setebal 3 m. Paling atas diendapkan batugamping putih kekuningan hingga kecoklatan dengan tebal 40 m (Conto P01 A – F).



Gambar 2. Peta pengambilan conto di daerah penelitian.



Gambar 3A. Rembasan minyak tercampur dengan air dan aspal berwarna hitam di lokasi Palimanan Barat.



Gambar 3B. Lensa-lensa batulempung karbonan berwarna hitam pada batugamping Di lokasi Palimanan Barat.

Singkapan batulempung, berwarna abu-abu hingga kehitaman dengan ketebalan 3 m. Terdapat lensa-lensa batugamping (Gambar 4A), berwarna putih kekuningan hingga kecoklatan, banyak mengandung fosil koral bercabang. Pada lokasi PB 01A dijumpai singkapan batupasir setebal 4 m, berwarna kehijauan mengandung glaukonit (Gambar 4B), di atasnya diendapkan batulempung berwarna kehitaman dan menyerpih.

Singkapan dengan tebal 4 m didapatkan pada lokasi PB 01B disusun oleh paling bawah batugamping berwarna abu-abu mengandung moluska. Di atasnya diendapkan batupasir, abu-abu kehijauan dengan nodul-nodul batulempung, sebagian berwarna kemerahan karena mengalami oksidasi. Kemudian diendapkan batulempung berwarna abu-abu hingga kecoklatan.



Gambar 4A. Lensa batugamping pada singkapan batulempung pada lokasi PB 01.



Gambar 4B. Singkapan batupasir berwarna kehijauan mengandung glaukonit di lokasi PB 01.

Dijumpai singkapan yang terdiri dari batulempung dengan nodul-nodul batupasir, di atasnya didapatkan batupasir yang mengandung pirit (Gambar 5), urat-urat kuarsa kemudian diendapkan batulempung berwarna abu-abu, menyerpih. Singkapan ini di dapatkan pada lokasi PB 02 dan PB 03. Pada lokasi PB 04

dijumpai mata air panas yang mengandung belerang. Pada lokasi PB 05-PB 07 dijumpai singkapan yang merupakan batas antara Formasi Parigi dan Formasi Cibulakan yang terdiri dari batugamping berwarna putih kekuningan dengan lensa-lensa batulempung yang berwarna abu-abu hingga kehitaman (Gambar 6A).



Gambar 5. Singkapan batupasir yang mengandung pirit di lokasi Sungai Penawaran.



Gambar 6A. Singkapan yang menunjukkan batas antara Formasi Cibulakan (A) dan Formasi Parigi (B) di lokasi Sungai Penawaran.



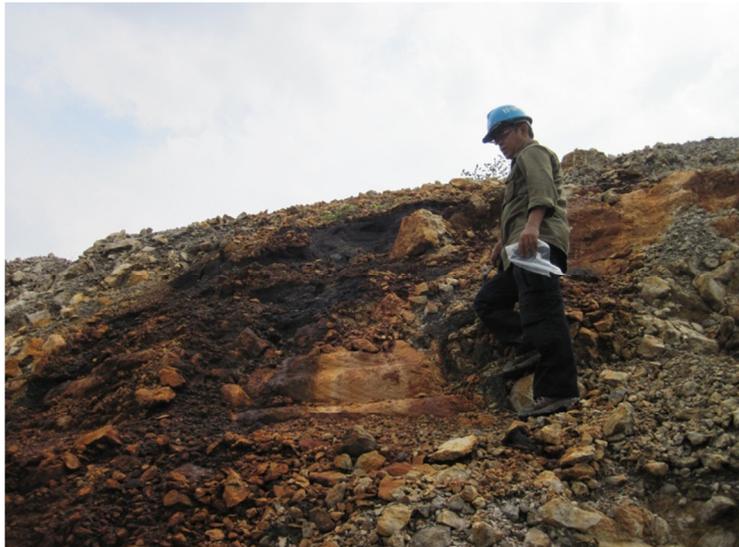
Gambar 6B. Singkapan batulempung berwarna hitam yang berbau minyak di lokasi IC 01.

Terdapat lensa batulempung berwarna hitam (IC 01) yang berbau minyak di dalam lapisan batugamping (Gambar 6B). Batugamping berwarna abu-abu berupa *packstone*, mengandung *worm tube*, potongan koral dan moluska. Pada lokasi ini diambil contoh (IC 01 A) untuk analisis TOC.

Singkapan batugamping berwarna abu-abu (IC 02), mengandung *branching coral* yang melimpah dengan lensa-lensa perselingan antara batulempung dan batupasir. Batulempung berwarna hitam, karbonan dengan tebal lapisan antara 0,1-1 cm. Batupasir berwarna abu-abu terang, dengan ukuran halus, tebal lapisan berkisar 5-10 cm. Pada lokasi ini diambil

contoh batulempung (IC 02 A) untuk analisis TOC.

Pada lokasi IC 03-IC 08 dijumpai singkapan yang terdiri dari perselingan antara batugamping dan batupasir dengan sisipan batulempung. Batugamping berwarna abu-abu kekuningan hingga kecoklatan, mengandung *platy coral* dan *branching coral*. Batulempung berwarna hitam, karbonan dengan tebal lapisan 30-40 cm (Gambar 7A). Batupasir berwarna abu-abu terang, dengan ukuran halus, tebal lapisan berkisar 1-5 cm. Pada lokasi ini diambil 5 contoh batulempung (IC 03, IC 04, IC 05, IC 07, IC 08) untuk analisis TOC (Gambar 7B).



Gambar 7A. Batulempung berwarna hitam, karbonan pada lokasi IC 04.



Gambar 7B. Batulempung hitam pada lokasi IC 08.

Singkapan yang dijumpai pada lokasi IC 09–IC 18 pada umumnya disusun oleh selang seling antara batugamping, batulempung, batupasir dan napal (Gambar 8). Batugamping berwarna abu-abu hingga kuning kecoklatan, mengandung potongan koral masif, *platy coral*, foraminifera besar dan moluska.

Batugamping ini termasuk dalam batugamping *packstone*. Batulempung berwarna abu-abu gelap, gampingan dan menyerpih (Gambar 9). Perselingan antara batupasir, batulempung dan napal dengan tebal lapisan berkisar 5–15 cm. Pada lokasi ini diambil 4 conto batulempung (IC 10, IC 11, IC 12 E, IC 14) untuk analisis TOC.



Gambar 8. Singkapan yang disusun oleh selang seling antara batugamping, batulempung, batupasir dan napal di lokasi IC 10.



Gambar 9. Batulempung berwarna abu-abu gelap, gampingan dan menyerpih di lokasi IC 11.



Gambar 10. Perselingan antara batugamping, batupasir dan batulempung di lokasi IC 26.

Lokasi IC 19–IC 30 terletak pada Quarry C yang tersusun oleh perselingan antara batugamping, batupasir dan batulempung (Gambar 10). Batugamping *packstone* berwarna abu-abu hingga kuning kecoklatan, mengandung *branching coral*, *platy coral*, moluska dan foram besar dengan tebal lapisan 30–40 cm. Batupasir, berwarna abu-abu dan kompak berlapis dengan tebal lapisan 10 – 30 cm. Batulempung, berwarna abu – abu gelap dan menyerpih. Pada lokasi ini diambil 4 conto batulempung (IC 26 C, IC 27, IC 28, IC 34) untuk analisis TOC.

## ANALISIS GEOKIMIA

Analisis geokimia dilakukan pada conto batulempung yang diambil dari Formasi Cibulakan, meliputi analisis TOC dan pirolisis *Rock Eval*. Analisis pirolisis *Rock Eval* dilakukan untuk conto yang mempunyai kandungan TOC > 0,5 %, dengan asumsi nilai tersebut merupakan nilai batas yang dapat menghasilkan hidrokarbon (Ronov, 1958, op. cit Katz, 1991). Dalam penelitian ini dilakukan analisis TOC sebanyak 17 conto dan

analisis pirolisis *Rock Eval* sebanyak 9 conto.

## Hasil Analisis Kandungan Material Organik (TOC)

Di daerah penelitian di analisis sebanyak 17 conto batulempung dan batulanau yang diambil dari Formasi Cibulakan. Berdasarkan hasil analisis TOC pada Formasi Cibulakan mempunyai kadar TOC berkisar 0,27–4,43%. Angka tersebut menunjukkan batulempung dan batulanau di daerah tersebut berpotensi rendah hingga sangat baik membentuk hidrokarbon.

## Hasil Analisis Pirolisis *Rock Eval*.

Analisis Pirolisis *Rock Eval* dilakukan pada conto yang mempunyai kandungan TOC > 0,50 untuk mengetahui kandungan indeks produksi (PI), Indeks Hidrogen (HI) dan temperatur maksimum pembentukan hidrokarbon dari kerogen. Di daerah penelitian dianalisis sebanyak 9 conto pada batulempung yang diambil dari Formasi Cibulakan. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisis TOC dari Formasi Cibulakan

No	No. Conto	Lokasi	Litologi	TOC ( %)
1	B03	Sungai Penawaran	Batulempung	0,42
2	IC 01	Area Pabrik Semen	Batulempung	3,32
3	IC 02	Area Pabrik Semen	Batulempung	2,08
4	IC 03	Area Pabrik Semen	Batulempung	1,86
5	IC 04	Area Pabrik Semen	Batulempung	2,51
6	IC 05	Area Pabrik Semen	Batulempung	4,43
7	IC 07	Area Pabrik Semen	Batulempung	0,46
8	IC 08	Area Pabrik Semen	Batulempung	1,91
9	IC 11	Area Pabrik Semen	Batulanau	0,32
10	IC 12E	Area Pabrik Semen	Batulempung	0,31
11	IC 14	Area Pabrik Semen	Batulanau	1,36
12	IC 26D	Area Pabrik Semen	Batulempung	0,82
13	IC 27	Area Pabrik Semen	Batulempung	1,26
14	IC 28	Area Pabrik Semen	Batulanau	0,40
15	IC 34	Area Pabrik Semen	Batulanau	3,63
16	PB 01	Sungai Penawaran	Batulanau	0,47
17	PB 05	Sungai Penawaran	Batulanau	0,27

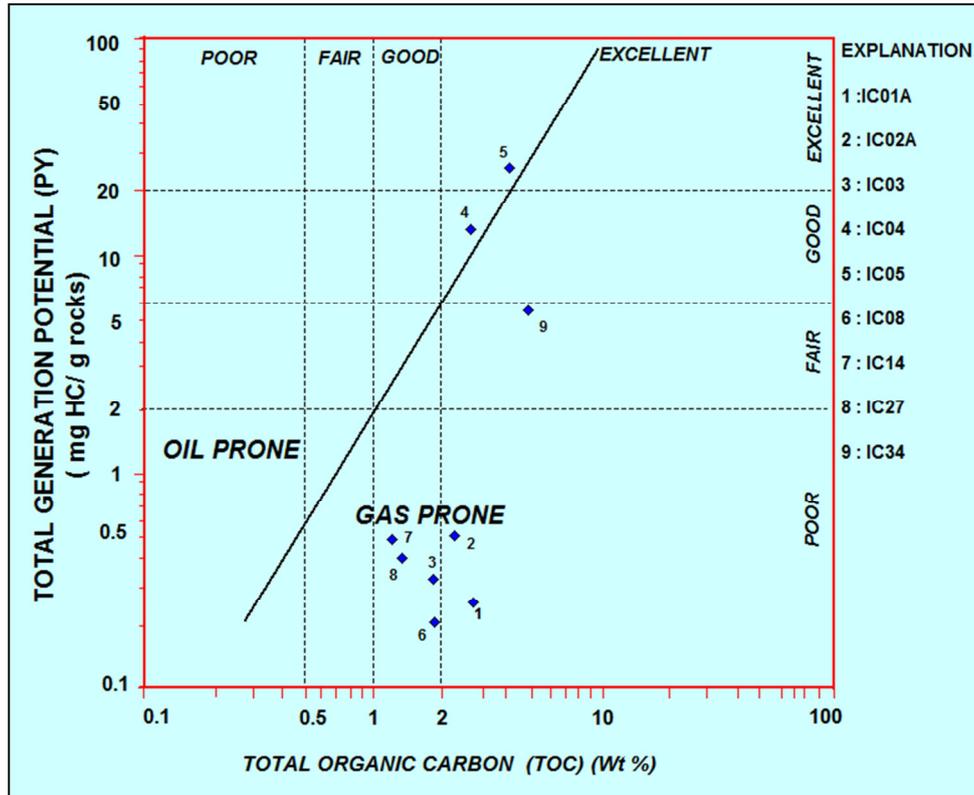
Tabel 2. Hasil Analisis Pirolisis *Rock Eval* dari conto batulempung

No	Sampel	TOC (%)	S1 S2 S3			PY	PI	T <sub>max</sub> (°C)	HI	OI
			Mg/g							
1	IC 01 A	3,32	0,14	0,11	0,05	0,25	0,56	539	3	2
2	IC 02 A	2,08	0,08	0,38	0,08	0,46	0,17	557	18	4
3	IC 03	1,86	0,13	0,37	0,09	0,50	0,26	529	20	5
4	IC 04	2,51	6,18	2,85	0,49	9,03	0,68	331	114	20
5	IC 05	4,43	10,08	14,98	0,50	25,06	0,40	362	338	11
6	IC 08	1,91	0,13	0,46	0,14	0,59	0,22	529	24	7
7	IC 14	1,36	0,07	0,09	0,11	0,16	0,44	533	7	8
8	IC 27	1,26	0,66	0,09	0,21	0,15	0,40	362	7	17
9	IC 34	3,63	2,28	3,27	0,23	0,41	5,55	445	90	6

**PEMBAHASAN**

Kisaran nilai Indeks Hidrogen (HI) conto batulempung Formasi Cibulakan di daerah penelitian berkisar antara 3–338 mg HC/TOC (Tabel 1). Berdasarkan klasifikasi fasies Jones (Jones, 1987) nilai HI pada batulempung Formasi Cibulakan dapat dikelompokkan menjadi 3 fasies organik. Kelompok pertama adalah fasies organik D yang mempunyai nilai HI

sebesar 3-24 mg HC/TOC sebanyak 6 conto. Kelompok kedua adalah Fasies CD yang mempunyai nilai HI sebesar 90-114 mgHC/TOC sebanyak 2 conto. Kelompok ke 3 adalah fasies BC yang mempunyai HI 338 mg HC/TOC sebanyak 1 conto. Nilai HI memberikan gambaran bahwa conto tersebut dapat menghasilkan minyak dalam kualitas sedang dan gas dalam kualitas rendah (Waples, 1985).

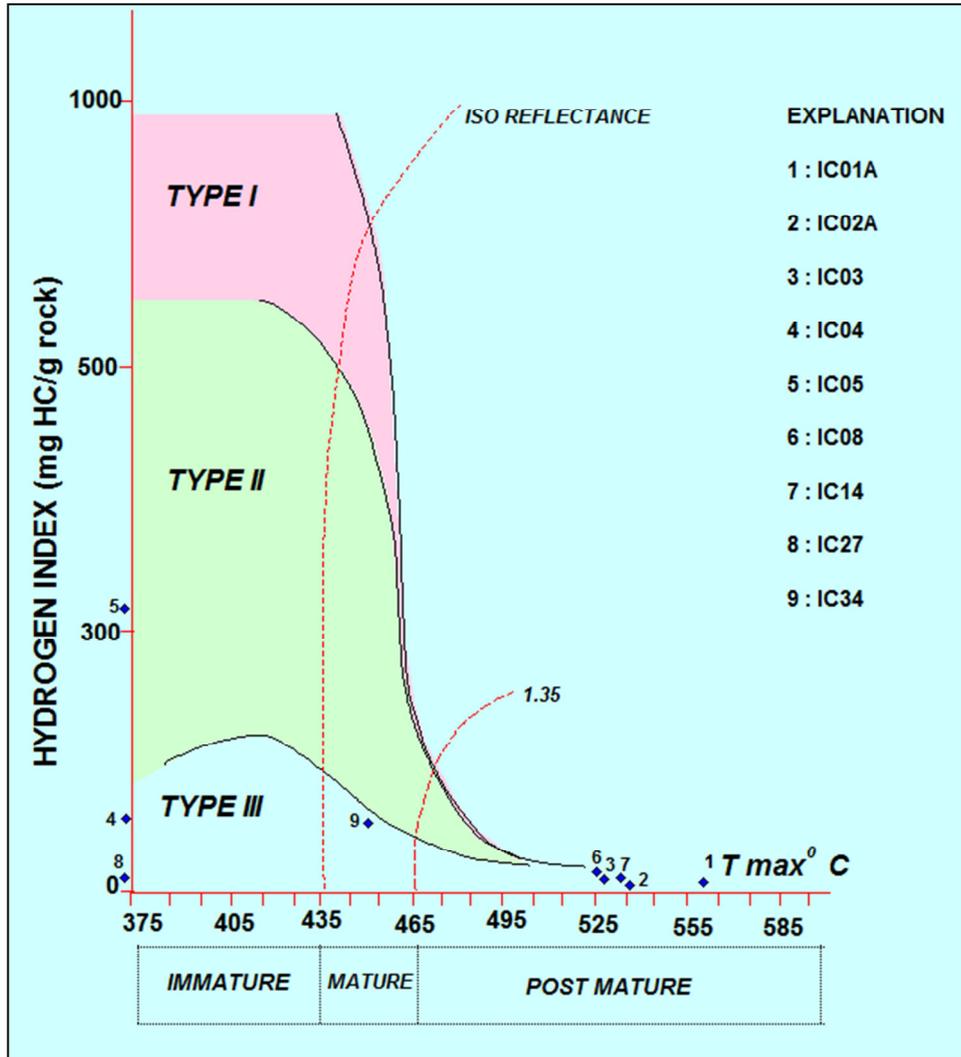


Gambar 10. Ploting semua contoh pada diagram TOC terhadap Total Generation Potensial (PY).

Diagram TOC vs PY (Gambar 15) memperlihatkan potensi hidrokarbon di daerah penelitian yang ditunjukkan oleh tingkat kekayaan kandungan material organik (Rad, 1984). Satu contoh batulempung Formasi Cibulakan yaitu IC 05 yang mempunyai nilai TOC 4,43 % dan PY 25,06 mg HC/g menunjukkan kondisi material organik sangat baik. Contoh IC 04 mempunyai nilai TOC sebesar 2,51% dan PY sebesar 9,03 mg HC/g menunjukkan kondisi material organik baik. Sedangkan 6 contoh yang lain yaitu IC 01A, IC 02A, IC 03, IC 08, IC 14 dan IC 27 mempunyai nilai TOC sebesar 1, 26-3,30 dan PY sebesar 0,22-0,50 mg/g, menunjukkan kategori material organik rendah.

Diagram Hydrogen Index (HI) vs  $T_{maks}$  (Gambar 11) menunjukkan tipe kerogen dan tingkat kematangan termal daerah penelitian. Batulempung Formasi

Cibulakan yang mempunyai nilai HI berkisar antara 3-24 mg HC/TOC (IC 01A, IC 02A, IC 03, IC 08, IC 14) kerogennya termasuk dalam type III dengan nilai  $T_{maks}$  sebesar 529-557 °C menunjukkan tingkat kematangan termal kategori pasca matang. contoh IC 34 mempunyai nilai HI sebesar 90 mg HC/TOC, kerogennya termasuk dalam type III dengan nilai  $T_{maks}$  sebesar 445 °C menunjukkan tingkat kematangan termal kategori matang. Sedangkan untuk 2 contoh yang lain yaitu IC 4 dan IC 27 mempunyai nilai HI sebesar 7-114mg HC/TOC, dengan kerogen tipe III, tingkat kematangan sebesar 331– 362 °C, dikategorikan belum matang. Pada contoh IC 05 mempunyai HI sebesar 338 mg HC/TOC termasuk dalam type kerogen II dengan nilai  $T_{maks}$  sebesar 362 °C yang menunjukkan tingkat kematangan thermal belum matang.



Gambar 11. Ploting semua conto pada diagram  $T_{max}$  terhadap indeks hidrogen yang memperlihatkan tipe kerogen dan tingkat kematangan. (Espitalié, J., 1984, op.cit Mukhopadhyay, 1995)

Kualitas batuan sumber conto batulempung Formasi Cibulakan daerah penelitian berdasarkan nilai TOC pada dua conto yaitu IC 04 dan IC 05 sebesar 2,51 %-4,43 % dan PY sebesar 9,03-25,05 mg HC/g, termasuk dalam kategori oil prone (Rad, 1984). Sedangkan 7 conto yang lain mempunyai nilai TOC sebesar 1,91-3,36 % dan PY sebesar 0,22-0,50 mg HC/g, termasuk dalam kategori gas prone. Sementara menurut Waples (1985), sebanyak 6 conto nilai HI < 150 mg HC/TOC dapat menghasilkan gas dalam kualitas kecil, 2 conto mempunyai nilai 90-114 mg HC/TOC dapat menghasilkan gas dan minyak dalam kualitas kecil dan 1 conto mempunyai HI sebesar 338 mg

HC/TOC dapat menghasilkan minyak dalam kualitas sedang.

**KESIMPULAN**

Hasil analisis geokimia 9 conto batulempung dan batulanau Formasi Cibulakan di daerah penelitian menunjukkan TOC sebesar 0,27-4,4%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada umumnya conto tersebut mempunyai potensi rendah hingga sangat baik untuk membentuk hidrokarbon. Kisaran  $T_{max}$  6 conto batulempung dan batulanau daerah penelitian adalah 422-432 °C. Dari hasil tersebut menunjukkan 3 conto dinyatakan belum matang dengan nilai  $T_{max}$  331 - 557 °C. Sedang 6 conto yang lain

mempunyai nilai T Max sebesar 445 - 557 °C, dinyatakan matang hingga pasca matang. Satu conto mempunyai Tmax 467 °C, termasuk kategori pasca matang. Nilai Hidrogen Indeks (HI) Formasi Cibulakan berkisar antara 3-338 mg HC/TOC mg HC/TOC dapat dibedakan menjadi Fasies organik. Fasies yang pertama adalah organik D yang mempunyai nilai HI sebesar 3-24 mg HC/TOC sebanyak 6 conto. Fasies organik kedua adalah Fasies CD yang mempunyai nilai HI sebesar 90-114 mgHC/TOC sebanyak 2 conto.

Fasies organik ke tiga adalah fasies BC yang mempunyai HI 338 mg HC/TOC sebanyak 1 conto. Karakteristik batuan sumber hidrokarbon Formasi Cibulakan di daerah penelitian berdasarkan diagram TOC vs PY menunjukkan kategori kekayaan material organik rendah hingga sangat baik. Diagram Indeks Hidrogen (HI)

vs Tmax menunjukkan kerogen type III dan II. Kualitas conto batulempung Formasi Cibulakan di daerah penelitian berdasarkan nilai HI termasuk dalam kategori gas prone dan oil prone, dapat menghasilkan minyak dalam kualitas sedang dan gas dalam kualitas rendah.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih pada Kepala Puslit geoteknologi LIPI yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menerbitkan tulisan ini. Terima kasih juga kepada P2K Puslit Geoteknologi LIPI Tahun Anggaran 2013 atas kesempatan kepada kami melakukan penelitian. Juga kepada rekan-rekan peneliti kami ucapkan terima kasih atas diskusinya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Djuri, 1995, Peta Geologi Lembar Arjawinangun , Jawa, skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Einsele, G., 2000, *Sedimentary Basins : Evolution, Facies, and Sediment Budget*, Springer-verlag, Berlin, 2<sup>nd</sup>, p. 706 –722.
- Jones, R. W., 1987, *Organic Facies*, In : Brooks J. And Welte, D.H. (eds), *Advances in Petroleum Geochemistry*, 2. Academic Press, London, h 1-90.
- Katz, B. J., 1991, *Organic geochemistry and basin evaluation*, Bahan kursus geokimia minyak bumi, ITB, Januari.
- Mukhopadhyay, P. K., Wade J.A., Gruge M. A., 1995, *Organic facies and maturation of Jurassic/ cretaceous rocks, and possible oil-source rock correlation based on pyrolysis of asphaltenes*, Scotian Basin Canada, *Org. Geochem.*, Vol. 22, No.1, pp. 85- 104.
- Panggabean, H., and Heryanto, R., 2009. An appraisal for the petroleum source rocks on oil seep and rock samples of the Tertiary Seblat and Lemau Formations, Bengkulu Basin. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol.4 No. 1 Maret 2009: 43-55.
- Praptisih, Kamtono, Joko Trisuksmono dan Adde Tatang, 2013, *Penelitian batuan induk hidrokarbon daerah Cirebon, Jawa Barat. Laporan Penelitian Program dan Pengembangan IPTEK Tahun Anggaran 2013. Puslit Geoteknologi LIPI Bandung.*
- Pringgoprawiro, H., Suryo Suwito, P., Roskamil, 1977, *The Kromong carbonate rocks and their relationship with the Cibulakan and Parigi Formation. Paper presented at the 6<sup>th</sup> Ann. Indonesian Petroleum Association, Jakarta.*
- Rad, F.K., 1984, *Quick Look Source Rock Evaluation By Pirolysis Technique. Proceeding 13 th Annual Convention Indonesian Petroleum Association*, h. 113-124.
- Waples D.W., 1985. *Geochemistry in Petroleum Exploration*, International Human Resources Development Co., Boston, 232 h.

**HYDROTHERMAL ALTERATION AND VEIN TYPES OF THE RANDU KUNING  
PORPHYRY Cu-Au DEPOSIT AT SELOGIRI AREA, WONOGIRI**  
*ALTERASI DAN TIPE URAT HIDROTHERMAL ENDAPAN CU-AU PORFIRI RANDU KUNING  
DI DAERAH SELOGIRI, WONOGIRI*

**Sutarto<sup>1,2)</sup>, Arifudin Idrus<sup>2)</sup>, Spto Putranto<sup>3)</sup>, Agung Harjoko<sup>2)</sup>, Lucas D. Setijadji<sup>2)</sup>,  
Franz M. Meyer<sup>4)</sup> and Rama Danny<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

<sup>2)</sup>Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

<sup>3)</sup>PT Alexis Perdana Mineral

<sup>4)</sup>RWTH Aachen University Germany

sutarto\_geoupn@yahoo.co.id

diterima : 17 Februari 2014

direvisi : 25 April 2014

disetujui : 2 Mei 2014

### ABSTRACT

Many Tertiary hydrothermal altered dioritic composition intrusive rocks were found at the Randu Kuning area and its vicinity, Selogiri, including hornblende microdiorite, hornblende-pyroxene diorite and quartz diorite. The hydrothermal fluids which responsible for the alteration and mineralization at the area is associated with the occurrence of the hornblende microdiorite intrusion.

The alteration zone at the Randu Kuning area and its vicinity can be divided into several hydrothermal alteration zones, such as potassic (magnetite-biotite-K feldspar), prophyllitic (chlorite-magnetite-epidote-carbonate), phyllic (quartz-sericite-chlorite) and argillic (clay mineral-sericite). The alteration pattern in the Randu Kuning porphyry Cu-Au deposit is typically a diorite model characterising by the domination of potassic alteration and prophyllitic zone. Phyllic and argillic alteration types are restrictive found within the fault zones.

A lot of porphyry vein types were found and observed at the Randu Kuning area, and classified into at least seven vein types. The paragenetic sequence of those veins from the earliest to the latest respectively are 1). Magnetite-chalcopryrite±quartz-biotite veinlets, 2). Quartz±magnetite (A type) veins, 3). Banded/Laminated quartz-magnetite (M type) veins, 4). Quartz±K feldspar (B type)veins, 5). Quartz with thin centre line sulphide (AB type) veins, 6). Pyrite±chalcopryrite (C type) veinlets, and 7). Pyrite-quartz+chalcopryrite+carbonate (D type) veins. Gold and copper mineralisation of the Randu Kuning Porphyry Cu-Au deposit, mostly related to the presence of quartz veins/veinlets containing sulfide i.e. Quartz with thin centre line sulphide veins, Pyrite±chalcopryrite veinlets, and Pyrite-quartz+chalcopryrite+carbonate veins.

**Keywords:** paragenetic sequence, porphyry, veins.

### ABSTRAK

*Beberapa batuan intrusi Tersier berkomposisi dioritik yang telah mengalami ubahan hidrotermal di temukan di daerah Randu Kuning dan sekitarnya, Kecamatan Selogiri, diantaranya adalah mikrodiorit hornblende, diorit hornblende-piroksen dan diorit kuarsa. Fluida hidrotermal yang bertanggung jawab pada proses ubahan dan mineralisasi di daerah telitian berkaitan dengan proses magmatisme yang membentuk intrusi mikrodiorit hornblende.*

*Zona ubahan hidrotermal di daerah Randu Kuning dan sekitarnya dibagi menjadi beberapa zona, diantaranya adalah potasik (magnetit-biotit-K. feldspar), profilitik (klorit-magnetit-epidot-karbonat), filik (kuarsa-serisit-klorit) dan argilik (mineral lempung-serisit). Pola ubahan hidrotermal pada endapan porfiri Cu-Au Randu Kuning adalah tipikal model*

diorite, yang dicirikan oleh luasnya sebaran zona potasik dan profilitik serta zona filik dan argilik yang hanya ditemukan terbatas pada zona sesar.

Sedikitnya terdapat tujuh macam urat tipe porfiri telah ditemukan di wilayah Randu Kuning dan sekitarnya, diantaranya berturut-turut dari yang paling awal terbentuk adalah 1). Magnetit-kalkopirit±kuarsa-biotit, 2). Kuarsa±magnetit (tipe A), 3). Kuarsa-magnetit berlapis (tipe M), 4). Kuarsa±K.feldspar (tipe B), 5). Kuarsa dengan sulfida di bagian tengah, 6). Pirit±kalkopirit (tipe C) dan 7). Pirit-kuarsa+kalkopirit+karbonat (tipe D). Mineralisasi tembaga dan emas sebagian besar terkait dengan urat kuarsa dengan sulfida di bagian tengah, urat pirit±kalkopirit dan urat pirit-kuarsa+kalkopirit+karbonat.

**Kata Kunci:** porfiri, sekuen paragenetik, urat,.

## INTRODUCTION

The Randu Kuning Porphyry Cu-Au prospect area is situated at Selogiri District, Wonogiri Regency, Central Java, Indonesia. This location is reachable with four wheel or two wheel vehicle, about 40 km to the south-east from Solo City, or approximately 70 km east of Yogyakarta City.

The Randu Kuning area and its vicinity is a part of the East Java Southern Mountain Zone, mostly occupied by both plutonic and volcanic igneous rocks, volcanic clastic rocks, silicic clastic rocks as well as carbonate rocks. Magmatism and volcanism in this area is represented by the Mandalika Formation consisting mostly volcanic igneous rocks such as andesite-dacitic lavas, volcanoclastic rocks namely dacitic tuffs, and volcanic breccias. The rock unit was intruded by dioritic intrusive rocks. Volcanoclastic rocks of the Semilir Formation, as a product of the huge eruption, are exposed and scattered at the south of Selogiri area such as tuffs, lapilli tuffs, dacitic pumice breccias, tuffaceous sandstones and tuffaceous shales.

Many dioritic composition intrusive rocks were found at the Randu Kuning area, consist of pre- syn and post-mineralisation intrusive rock. However, it is difficult to distinguish this kind of dioritic intrusive in the area, due to the similar composition and texture with varying relationship to alteration-mineralisation. Imai *et al.* (2007) have identified three different type of intrusive rocks, namely hornblende andesite porphyry, hornblende diorite porphyry and hornblende diorite.

Muthi *et al.*, (2012) recognized that there are at least four type of diorite at the Randu Kuning area i.e. coarse grain diorite, medium diorite, microdiorite and porphyritic plagioclase diorite.

Mineralisation type of Randu Kuning prospect was interpreted as a porphyry Cu-Au ore deposit and a number gold-base metals epithermal deposits in its surrounding (Imai *et al.*, 2007; Suasta and Sinugroho, 2011; Corbett, 2011, 2012 and Muthi *et al.*, 2012). The intensive erosion process has uncovered the upper parts of the porphyry deposit, whereas several gold-base metal epithermal are preserved along adjacent ridge (Suasta and Sinugroho, 2011). Many epithermal veins were also found and crosscut into deeply porphyry veins and related potassic alteration (Suasta and Sinugroho, 2011; Corbett, 2012). This study will focus on the paragenetic sequence of the porphyry vein type only.

Porphyry copper-gold deposits and epithermal gold-base metal deposits are both associated with subduction related at convergent plate margins and many are found and spread in the southwest Pacific rim (Corbett and Leach, 1996). Although the two deposit types have different alteration and mineralisation characteristic, but commonly show a close spatial and temporal relationship (Hedenquist *et al.*, 1998; Corbett, 2008; Sillitoe, 2010). Related to the magmatic source, Corbett (2011) suggested the possible mechanisms for the formation of low sulphidation epithermal Au overprinting the porphyry Cu-Au system at the Randu Kuning, that are a). The gold-base metal epithermal were deposited from the cooling magmatic

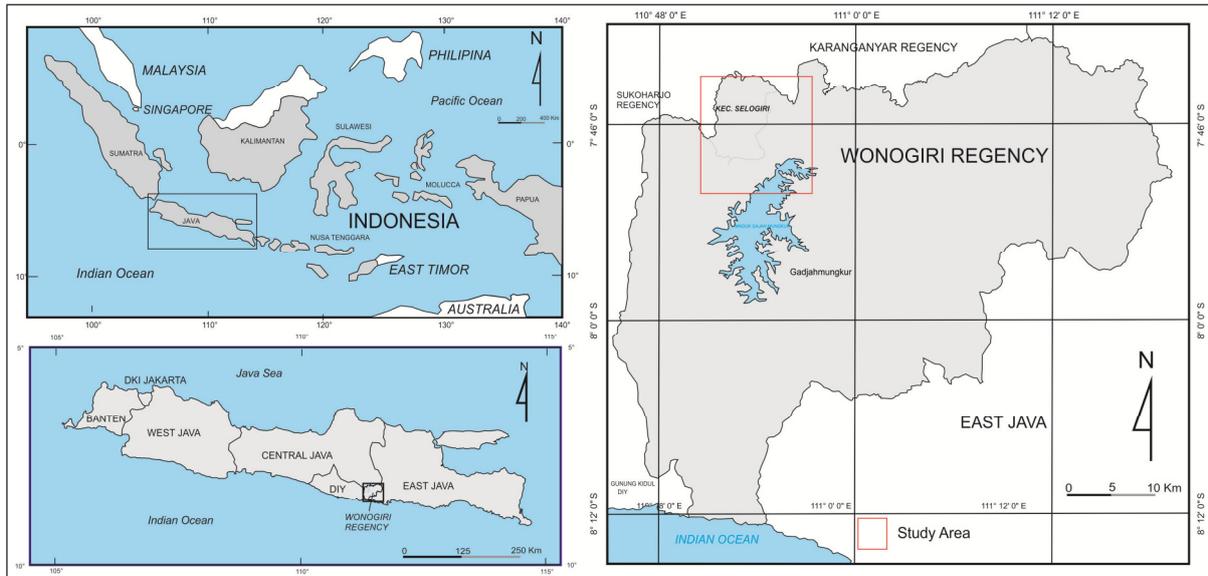


Figure 1. Location map of Selogiri area, Wonogiri

source at depth as a late stage event of the main porphyry Cu-Au system, and b). The epithermal Au related with the emplacement of new magmatic source at depth. Suasta and Sinugroho (2011), had identified four types of hydrothermal alteration, i.e. potassic, prophyllitic, argillic and phyllic and reported that the hornblende microdiorite was potassic-prophyllitic altered and mineralize, otherwise the hornblende diorite was prophyllitic altered only. Retrograde phyllic (silica-sericite-chlorite-pyrite) only locally overprints prograde potassic-prophyllitic zone, mainly adjacent to fault zone and breccias (Corbett, 2012). In over all, the alteration zone is dominated by potassic and prophyllitic type, and lacking with argillic and phyllic type. A dioritic composition range of the intrusive rocks type and the domination of the potassic and prophyllitic zone, based on the porphyry alteration model (Pirajno, 1992; 2009) suggested that the alteration model of the Cu-Au porphyry ore deposit in the study area is more similar to the diorite model rather than the quartz monzonite model.

**METHOD**

This paper is a preliminary study and part of the dissertation research. This paper had also been presented in the HAGI-IAGI Joint Convention Medan 2013

with some modifications. The data used in the paper are limited on the field observation and drilling core logging as well as polarisation microscopic and megascopic observation.

**REGIONAL GEOLOGY**

Magmatic arc of Java Island is part of Sunda-Banda arc, extending from Sumatra trough Java to east of Damar Island which has a length about 3.700 km, known has many potential ore deposits (van Leeuwen, 1994; Carlile and Mitchell, 1994). The arc is the longest arc in Indonesia, developed by northwards subduction of the Indian-Australian Oceanic Plate beneath the southeastern margin of Eurasian continental plate, named the Sundaland (Hamilton, 1979; Katili, 1989). The Tertiary magmatism on Java could be divided into two periods, i.e. the Late Eocene – Early Miocene magmatism and the Late Miocene-Pliocene magmatism (Soeria-atmadja *et al.*, 1991). The volcanic rocks of Late Eocene – Early Miocene magmatism are widespread at alongside southern part of Java, which usually has tholeiitic affinity, while the Late Miocene-Pliocene magmatism has Calc Alkaline-High K Calc Alkaline series, distributed mostly on the northward from the Late Eocene – Early Miocene magmatism (Soeria-atmadja *et al.*, 1991). The eldest igneous rock of the Tertiary

magmatic arc of Java is found at Pacitan area, East Java that showed age of about  $42,73 \pm 9,87$  Ma. This sample was taken from tholeiitic lava andesite of Besole Formation (Soeria-atmadja *et al.*, 1994; Sutanto *et al.*, 1994).

Magmatism-volcanism products at Selogiri area are indicated by the abundant of igneous rocks and volcanic clastic rocks of Mandalika and Semilir Formation as part of the Late Eocene-Early Miocene magmatism. A K/Ar age of the diorite porphyry within Mandalika Formation in the south flank of a wall of the depression is 21.7 Ma (JICA-JOGMEG, 2004, in Imai *et al.*, 2007). The eruption and deposition of the Semilir Formation are believed as the final stage of volcanic activity in the Southern Mountains arc, which distributed over a wide area and may be comparable to the Pleistocene eruption of Toba in Sumatra (Smyth *et al.*, 2008). After the Semilir eruption, there was a lull in volcanic activity during the Middle Miocene (Smyth *et al.*, 2008), followed by the movement in Late Miocene-Pliocene arc activity to the north of the Late Eocene-Early Miocene of the Southern Mountain arc. Surono *et al.* (1992) interpreted that the Selogiri area is on the border between the western and the eastern part of the Southern Mountain, so there is contact between the Semilir Formation and Mandalika Formation, and it found at the Selogiri area.

## Geology of the Selogiri Area

There are many rock types found at the Selogiri area and its surrounding, such as volcanic breccias, andesite lavas, tuffs, and many igneous intrusive rocks such as diorites and andesites of the Miocene Mandalika and Semilir Formations, unconformably underlie Quaternary volcanic rocks of Lawu and Merapi Volcanoes. Most of the Tertiary rocks have been strongly hydrothermal altered; causing primary rock forming minerals (feldspars, hornblendes, pyroxenes), were replaced by secondary minerals (chlorites, carbonates, quartzs, hematites). These rocks lithostratigraphically could be grouped into 6 (six) rock units, i.e.: pumice breccia of

Semilir, volcanic breccia of Mandalika, intrusive rocks, hydrothermal breccia, volcanic breccia of Lawu Volcano, and aluvial deposit. Based on the observation both on the surface outcrops and drilling core samples, the intrusive rocks at the study area consist of hornblende-pyroxene diorite (previous researcher called as medium diorite), hornblende microdiorite and quartz diorite.

**Hornblende-pyroxene diorite:** generally it shows gray colour in fresh condition (lighter than hornblende microdiorite), porphyritic texture (moderate-strong), having medium crystal size (1-2 mm) with pyroxene and hornblende phenocryst size varies up to 2 cm. Contain high proportion of plagioclase or at about 35-50 percent with lesser amount of hornblende and pyroxene (3-8 percent). At the contact with the microdiorite, most of the primary minerals generally altered to the secondary minerals formed potassic zones and gradually became into prophyllitic zone outward.

**Hornblende microdiorite:** Characterized by fine grained phenocrysts size (<1 mm), many of samples microscopically classified as andesite (porphyritic texture), commonly consist of about 30-45 percent of plagioclase and 5-14 percent of hornblende. The hornblende microdiorite is believed to be responsible for the extensive alteration and Cu-Au porphyry ore deposit in the study area. Physically, it seen darker in colour and finer in crystals size than pyroxene diorite. It is caused not only the amount of mafic minerals but also the abundant of the secondary magnetite. Most of the body was altered to potassic zone and lack of prophyllitic and phyllic alteration types.

**Quartz diorite:** This intrusive rock has the brightest colors and the coarsest crystals sizes (>2 mm), equigranular to weak porphyritic texture, characterized by the abundant of plagioclases (40-55 percent) and small quantities of quartzs (4-7 percent) and alkali feldspars (2-5 percent). Due to have coarse grained crystal size, Muthi *et al.* (2012) recognized and described the intrusive as coarse diorite. It was generally altered to phyllic-argillic and prophyllitic alteration type,

associated with Au-base metals epithermal type mineralization. Dimensions and distribution of this intrusion relatively

narrower and smaller than those of hornblende-pyroxene diorite and hornblende microdiorite intrusion.

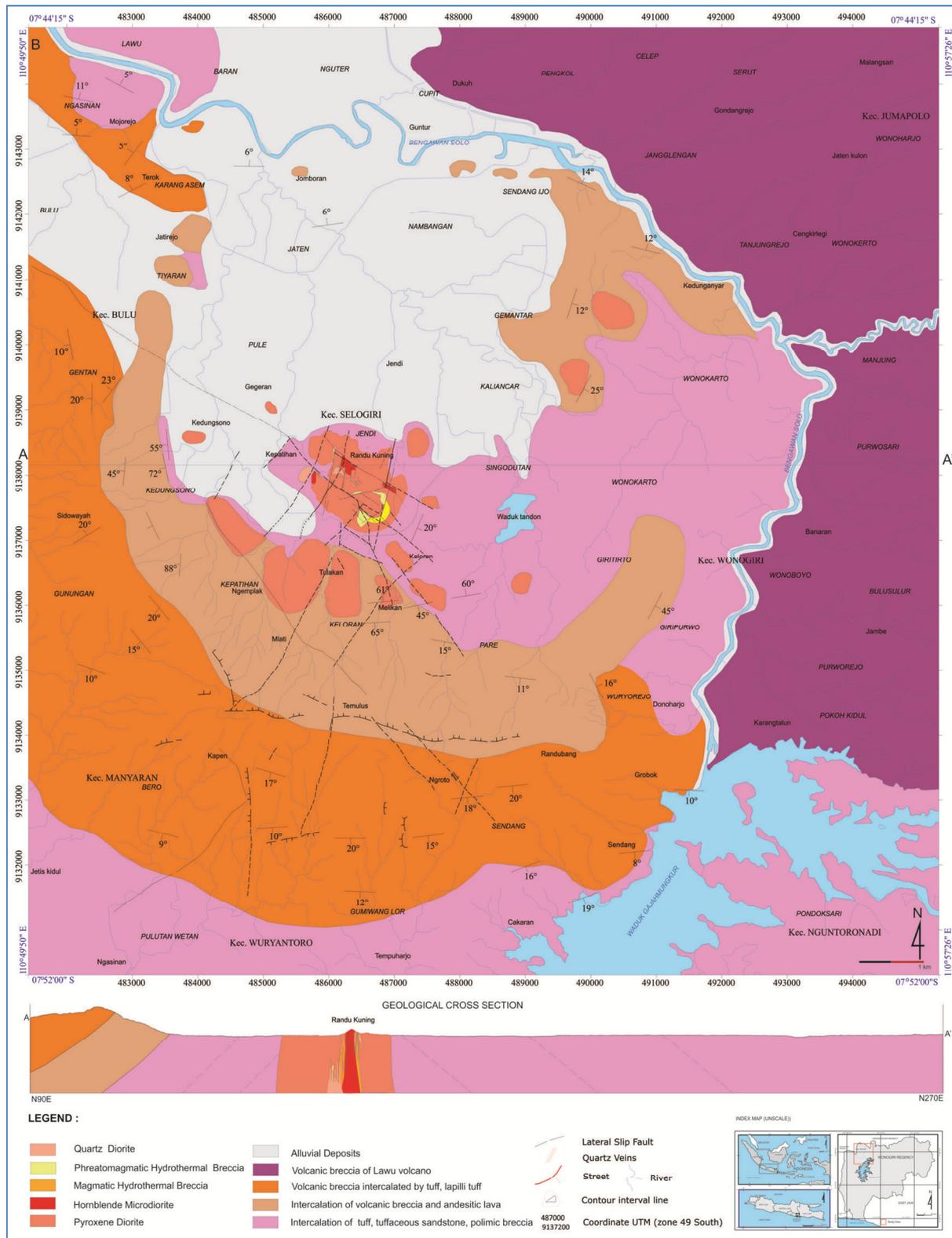


Figure 2. Geological Map of Selogiri area and its vicinity (Modified from Hartono, 2010 and Suasta and Sinugroho, 2011).



Figure 3. Hornblende-pyroxene diorite of the Tumbu and Geblag hill intruded by hornblende microdiorite of the Randu Kuning hill. Both hornblende-pyroxene diorite and hornblende microdiorite cut by quartz diorite intrusive. Photo was taken from Lancip hill (top) and some drilling core samples: hornblende-pyroxene diorite left (WDD 02-128.50), hornblende-pyroxene diorite right (WDD 29-80.55), hornblende microdiorite (WDD 45-31.20) and quartz diorite (WDD 18-161.70). (Sutarto et al., 2013a)

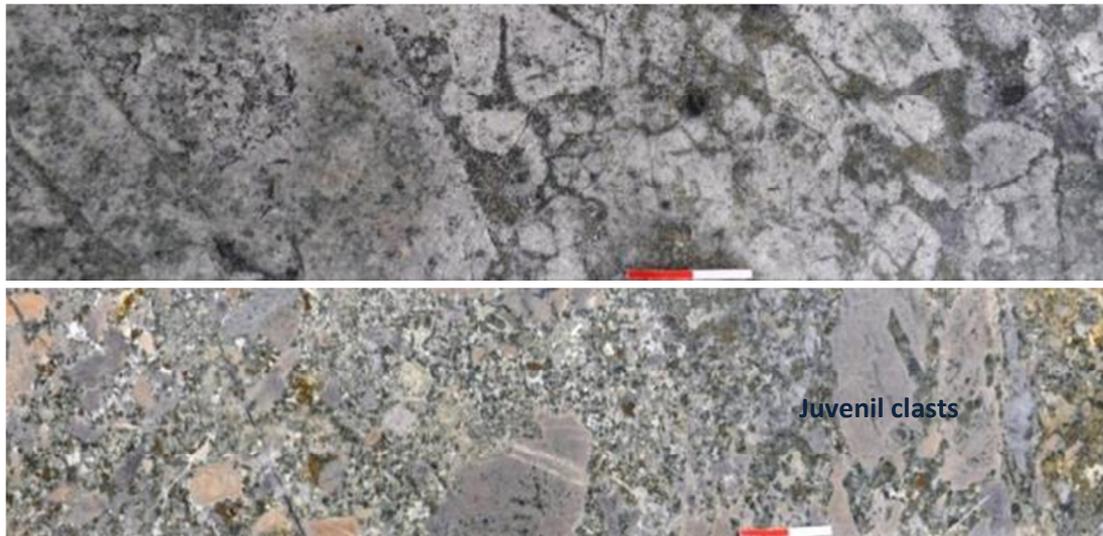


Figure 4. Magmatic hydrothermal jigsaw breccia infilled by magnetite-quartz-pyrite (sample WDD 02-84.00, top). Phreatomagmatic breccia of drilling core sample of WDD 31-135.25 (bottom).

*Magmatic hydrothermal breccia:* mostly occurred in contact between hornblende microdiorite or quartz diorite and hornblende-pyroxene diorite. It is characterized by angular fragments/clasts supported or infilled by silica and sulfide matrix derived from hydrothermal fluids precipitation. *Phreatomagmatic breccia:* this breccia is characterized by abundant of the juvenile clasts, indicated contact between hot magma with fluid or water. The juvenile clasts usually composed by volcanic glass, amorf and rounded-irregular shape. Phreatomagmatic breccia at the Randu Kuning area commonly intercalation with tuff and lapilli-tuff.

### Alteration and Mineralisation

At least four types of hydrothermal alteration at the Randu Kuning area and its vicinity had identified, i.e. potassic, prophyllitic, argillic and phyllic types. Potassic alteration zone scattered on microdiorite intrusive rocks body and small part of pyroxene diorite intrusive rocks especially in contact to the microdiorite intrusion of Randu Kuning hill. This zone is characterized by secondary minerals assemblage i.e. one or both of secondary biotite and/or K-feldspar associated with

magnetite (Suasta and Sinugroho, 2011; Corbett, 2011, 2012 and Muthi *et al.*, 2012). Prophyllitic alteration is less commonly recognised typically as actinolite or chlorite-epidote-magnetite alteration at the margin of the hydrothermal system (Corbett, 2012). Prophyllitic zone mostly is widespread in hornblende-pyroxene diorite and quartz diorite rocks, both visible at the surface outcrop and in drill core samples.

Phyllic alteration is commonly appear in the fault structure zones, locally overprint to the potassic alteration and prophyllitic zone, on hornblende-pyroxene diorite rocks, microdiorite hornblende as well as quartz diorite (Suasta and Sinugroho, 2011; Corbett, 2011, 2012 and Muthi *et al.*, 2012). This zone is characterized by retrograde silica-sericite-chlorite-pyrite assemblages, which is mostly limited to fault zones or selvages to late stage quartz-pyrite veins likened to D veins (Corbett, 2012). Argillic zone appears mainly adjacent to breccia and fault zone, especially in the epithermal prospect area, which is characterized by the present of clay minerals. Illite and monmorillonite are the main minerals identified in the vein samples suggesting structural controlled argillic alteration (Muthi *et al.*, 2012).

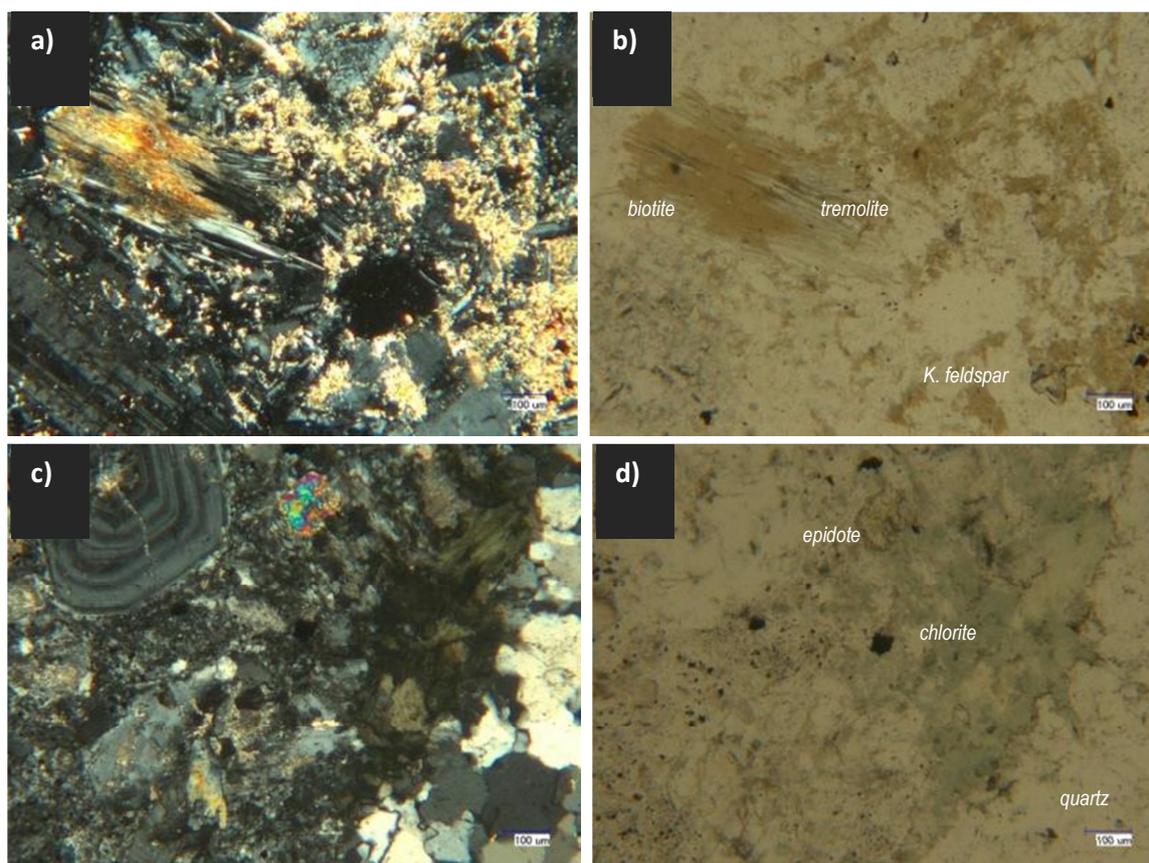


Figure 5. Photomicroscopic of many altered rock type at the research area. Top : photomicroscopic is a potassic (biotite-alkaline feldspar) type, which is overprinted by inner prophyllitic (tremolite-chlorite-silica). a) cross plane, b) lower plane. Sample WDD-09-77.90. Bottom: Prophyllitic (chlorite-silica-epidote) altered microdiorite. c). cross plane, d). lower plane. Sample: WDD-30-291.85.(Sutarto, *et al.*, 2013b).

## Vein Type

An understanding of the veins and veinlets in the porphyry system is very important, especially in the Cu-Au porphyry deposit, as most of mineralization is associated with the presence of veins and veinlets. Various types of veins in porphyry-type ore deposit are summarized from several experts (Gustafson and Hunt, 1975; Corbett, 2008; Sillitoe, 2010; Corbett, 2012) include EB type or EDM type, M type, A type, B type, AB type, C type and D type. A lot of vein types were observed at the Randu Kuning area, both porphyry vein and epithermal vein types. Some of them are difficult to be grouped according to the classification of previous researchers above. Here are some vein types criterias that were found in the study area based on

observations of drilling core samples and surface outcrops (using compilation of Gustafson and Hunt, 1975; Corbett, 2008; Sillitoe, 2010; Corbett, 2012). At least seven porphyry veins type have been observed, respectively from the earliest are:

### 1. Magnetite-chalcopyrite±quartz-biotite veinlets

- Mostly occurred as a stringer veinlets.

### 2. Quartz±magnetite (A type)veins

- Comprising mostly saccharoidal and transparent quartz and minor or without magnetite.
- Associating only with potassic alteration zones.
- Vein shape commonly unsymmetry, irregular and discontinue.

- It can be a single vein, pygmatic vein, stockwork linear vein, sheeted vein and stringer vein.
- Disseminated chalcopyrite rarely present.

**3. Banded/Laminated quartz-magnetite (M type) veins**

- Consist of magnetite and quartz with minor or without sulphide.
- Showing banded or laminated structure.

**4. Quartz±K feldspar (B type) veins**

- Characterized by centrally terminated comb structure quartz and/or feldspar in filled with lesser or fine sulphide. Some of them are not in filled by sulphide.
- At Randu Kuning area this vein type is rarely recognized.

**5. Quartz with thin centre line sulphide (AB type) veins**

- This vein types are formed by the filling at central termination within A vein by sulphides (chalcopyrite-pyrite±bornite).

**6. Pyrite±chalcopyrite (C type) veinlets**

- Comprising sulphide minerals (chalcopyrite-pyrite).
- This veinlets generally narrow and there is no alteration selvages or halos.

**7. Pyrite-quartz+chalcopyrite+carbonate (D type) veins**

- Characterized by coarse euhedral pyrite, quartz and carbonate.

- Commonly followed by silica-sericite±pyrite selvages/halos.
- Associated with phyllic zone toward to prophyllitic zone.

Based on the veins/veinlets observation data both field outcrops and drilling cores indicates, there are two ore mineralizing systems in the Randu Kuning hills. Those are porphyry Cu-Au system and low sulphidation epithermal Au system. But this paper will concern on the porphyry Cu-Au system only. The deposit is characterized by the domination of potassic alteration (biotite-K feldspar-magnetite minerals assemblage), prophyllitic alteration and phyllic alteration within fault zone associated with the formation of several porphyry veins style.

The quartz-magnetite veins with lesser of sulphide-feldspar and biotite including 1). Magnetite-chalcopyrite ±quartz-biotite veinlets, 2). Quartz±magnetite (A type) veins, 3). Banded/laminated quartz-magnetite (M type) veins, 4). Quartz±K feldspar (B type) veins occurred on the early stage. Later veins formation were signed by the deposition of sulphides (pyrite-chalcopyrite infilling the centre line of quartz-magnetite veins, such as 5). Quartz with thin centre line sulphide (AB type) veins, 6). Pyrite±chalcopyrite (C type) veinlets, and 7). Pyrite-quartz+chalcopyrite+carbonate (D type) veins.



Figure 6. Some Porphyry veins type at the Selogiri area (Sutarto, *et al.*, 2013 b).

- a) Quartz+magnetite vein cut by banded quartz-magnetite vein.
- b) Quartz-K feldspar vein.
- c) Quartz-feldspar vein infilled by pyrite vein in centre line.
- d) Potassic alteration cut by pyrite vein.
- e) Pyrite-quartz-chalcopyrite+carbonate vein.

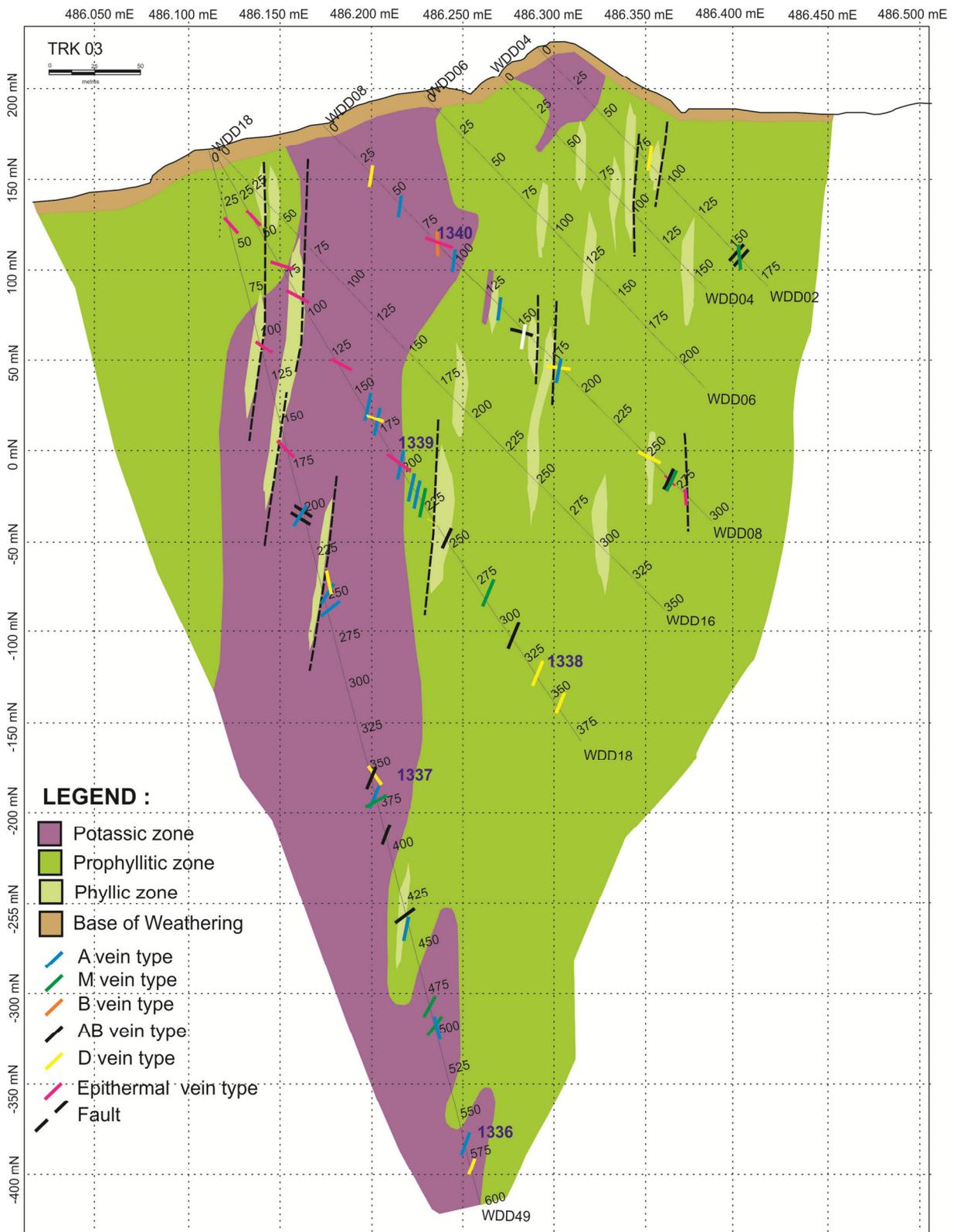


Figure 7. Many porphyry vein types and alteration zone of TRK 03 cross section

Table 1. Paragenetic sequence of alteration minerals and veins of Randu Kuning porphyry Cu-Au mineralisation.

VEIN TYPES		1	A	M	AB	B	C	D	R
ALTERATION ZONES	Potassic	■	■	■	■	■	■		
	Prophyllitic					■	■	■	■
	Phyllic						■	■	
	Argillic							■	
	Adv. Argillic?							■	
HYDROTHERMAL MINERAL ASSEMBLAGES	Biotite	■							
	KF					■			
	Quartz	■	■	■	■	■	■	■	■
	Tremolite								■
	Chlorite							■	■
	Epidote							■	
	Albite					■			
	Calcite							■	
	Gypsum							■	
	Magnetite		■	■	■		■		
	Pyrite		■		■		■	■	
	Chalcopyrite	■			■		■	■	
	Bornite				■				
	sphalerite							■	
	Galena								
	Chalcocite								■
	Sericite								■
	Clay mineral								■
	Hematite								■

**CONCLUSIONS**

A dioritic composition range of the intrusive rocks type and the domination of the potassic and prophyllitic zone in the study area, suggested that the alteration model of the Cu-Au porphyry ore deposit is more similar to the diorite model rather than the quartz monzonite model. Phyllic and argillic alteration type also present, but in a limited area, especially within the fault structure zones.

Many vein type which related to the formation of porphyry deposit have been identified, respectively from the earliest are Magnetite-chalcopyrite±quartz-biotite

veinlets, Quartz±magnetite (A type) veins, Banded/laminated quartz-magnetite (M type) veins, Quartz±K feldspar (B type) veins, Quartz with thin centre line sulphide (AB type) veins, Pyrite±chalcopyrite (C type) veinlets, and Pyrite-quartz+chalcopyrite+carbonate (D type) veins.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

My sincere thanks go to the management of Augur Resources, which has given us permission to do this research in the Selogiri prospect area and its vicinity.

## REFERENCES

- Bemmellen, van, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, and Adjacent Archipelagoes, Vol. IA, Gov. Print. Office, Martinus Nijhoff, the Hague.
- Carlile, J.C. dan Mitchell, A.H.G., 1994, Magmatic Arcs and Associated Gold and Copper Mineralisation in Indonesia, *Journal of Geochemical Exploration*, Elsevier Science, Amsterdam, 50: 92-142.
- Corbett, G., 2011, Comments on The Exploration Potential of The Wonogiri Porphyry Cu-Au Project, Central Java, Indonesia, *Corbett Geological Services Pty. Ltd., Unpublished*, 27 p.
- Corbett, G., 2012, Further Comments on The Wonogiri Porphyry Cu-Au Project Central Java, Indonesia, *Corbett Geological Services Pty. Ltd., Unpublished*, 37 p.
- Corbett, G., and Leach, T.M., 1996, Southwest Pacific Rim Gold Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization, Workshop Manual for Exploration Workshop presented at Jakarta August 1996, 186 p.
- Gustafson, L.B. dan Hunt, J.P. 1975, The Porphyry Copper Deposit at El Salvador, Chile, *Economic Geology*, v 70:pp. 857-912.
- Hartono, G., 2010, The Role of Paleovolcanism in The Tertiary Volcanic Rock Product Setting at Gajahmungkur Mt., Wonogiri, Central Java, *Dissertatio in UNPAD, Unpublished*, 190 p.
- Idrus, A., 2008, Transport and Deposition of Copper and Gold in Porphyry Deposit: A Constraint From Microthermometry and Hydrothermal Biotite Chemistry, *Media Teknik No.3 Tahun XXX Edisi Agustus 2008 ISSN 0216-3012 p.276-283*.
- Imai, A., Shinomiya, J., Soe, M.T., Setijadji, L.D., Watanabe, K., and Warmada, I.W., 2007, Porphyry-Type Mineralization at Selogiri Area, Wonogiri Regency, Central Java, Indonesia, *Resources Geology*, vol.57, no. 2:230-240.
- Isnawan, D., Sukandarrumidi and Sudarno, I., 2002, Kontrol Struktur Geologi Terhadap Jebakan Tembaga Sebagai Arahan Eksploitasi di Daerah Ngerjo dan Sekitarnya Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri Propinsi Jawa Tengah, *Gama Sains IV* (2) Juli 2002, p.149-157.
- Katili, J. A., 1989, Evolution of the Southeast Asian arc complex, *Geol. Indon. Jakarta*, 12: 113-143.
- Leeuwen, van, T.M., 1994, 25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia, *Jornal of Geochemical Exploration*, Elsevier Science, Amsterdam, 50: 13-89.
- Maryono, A., Setijadji, L.D., Arif, J., Harrison, R., Soeriaatmadja, E., 2012, Gold, Silver and Copper Metallogeny of the Eastern Sunda Magmatic Arc Indonesia, *Proceeding of Banda and Eastern Sunda Arcs 2012 MGEI Annual Convention*, 26-27 November 2012, Malang, East Java, Indonesia, p.23-38.
- Muthi, A., Basten, I.G., Suasta, I.G.M., and Litaay, N.E.W., 2012, Characteristic of Alteration and Mineralization at Randu Kuning-Wonogiri Project, *Proceeding of Banda and Eastern Sunda Arcs 2012 MGEI Annual Convention*, 26-27 November 2012, Malang, East Java, Indonesia, p. 117-132.
- Pirajno F., 1992, *Hydrothermal Mineral deposits, Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, 709 p.
- Pirajno, F., 2009, *Hydrothermal Processes and Mineral Systems*, Springer-Geological Survey of Western Australia, 1250 p.
- Setijadji, L.D., Kajino, S., Imai, A., and Watanabe, K., 2006, Cenozoic Island Arc Magmatism in Java Island (Sunda Arc, Indonesia): Clues on Relationships between Geodynamics of Volcanic Centers and Ore Mineralization, *Resources Geology*, vol.56, no.3,267-292.
- Sillitoe, R.H., 2010, Porphyry Copper System, *Economic Geology* v.105, pp.3-41, 2010.

- Smyth, H.L., Hall, R. and Nichols, G., 2008, Cenozoic Volcanic Arch History of East Java Indonesia: The Stratigraphic Record of Eruption on An Active Continental Margin, The Geological Society of America Special Paper No. 436, p. 199-221.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polvé, M., and Priadi, B., 1991, The Tertiary Magmatic Belt in Java, Proceeding of the Silver Jubilee Symposium On the Dynamics of Subduction and Its Products, Yogyakarta: p. 98-121.
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polvé, M., and Priadi, B., 1993, Tertiary Magmatic Belt in Java, Journal of Southeast Asian Earth Science, 9, 13-27.
- Suasta, I.G.M and Sinugroho, I.A., 2011, Occurrence of Zoned Epithermal to Porphyry Type Cu-Au Mineralization at Wonogiri, Central Java, *Proceeding of The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention*.
- Surono, Toha, B., and Sudarno, I., 1992, Geological map of the Surakarta-Giritontro Quadrangles, Java, Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Sutanto, Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., and Bellon, H., 1994, Geochronology of Tertiary Volcanism in Java, Prosiding Seminar Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kuartar, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajahmada, Yogyakarta, p.53-56.
- Sutarto, Idrus, A., Putranto, S., Harjoko, A., Setijadji, L.D., Meyer, M., and Danny, R., 2013, Magmatism and Porphyry Cu-Au Mineralisation at The Randu Kuning Prospect, Selogiri Area, Central Java. *Prosiding Seminar Kebumihan VIII FTM UPN "Veteran" Yogyakarta*.
- Sutarto, Idrus, A., Putranto, S., Harijoko, A., Setijadji, L.D., Meyer, F.M, and Danny, R. 2013, Veining Paragenetic Sequence of The Randu Kuning Porphyry Cu-Au Deposit at Selogiri Area, Central Java. *Extended Abstract: CD Proceeding of The 38th HAGI and 42nd IAGI Annual Convention and Exhibition Medan, 28-31 October 2013*.
- Sutarto, Idrus, A., Meyer, M., Harijoko, A., Setijadji, L.D., , and Danny, R. 2013, The Dioritic Alteration Model of The Randu Kuning Porphyry Cu-Au, Selogiri Area, Central Java. *Proceedings International Conference on Georesources and Geological Engineering, December 11-12, 2013 Yogyakarta*, ISBN 978-602-14066-5-6. p.122-132.
- Prihatmoko, S., Digidowirogo, S., and Kusumanto, D., 2002, Potensi Cebakan Mineral di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Geologi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia Pengda Yogyakarta, p. 87-108.

**DELINIASI POTENSI BIJIH BESI DI DAERAH SIJUK, BELITUNG UTARA  
BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOMAGNET DAN VERY LOW FREQUENCY (VLF)  
IRON ORE POTENCY DELINEATION AT SIJUK AREA, NORTH BELITUNG  
BASED ON GEOMAGNETIC AND VERY LOW FREQUENCY (VLF) DATA ANALYSIS**

**Tatang Padmawidjaja**

Pusat Survei Geologi, Badan Geologi  
Jalan Diponegoro No 57, Bandung  
tatangpadmawidjaja@yahoo.com

diterima : 5 Februari 2014

direvisi : 28 April 2014

disetujui : 5 Mei 2014

**ABSTRAK**

Analisis terpadu menggunakan data geomagnet, penampang *VLF* (*Very Low Frequency*) dan uji laboratorium conto batuan di daerah Sijuk, Belitung Utara telah dilakukan untuk memperoleh pola struktur geologi dangkal yang dihubungkan dengan prospek bijih besi. Singkapan bijih besi daerah Sijuk tersusun oleh hematit, Fe, dan goson yang terletak pada lokasi prospek endapan timah. Secara geologi bongkah bijih besi tersebut merupakan produk dari aktifitas magmatik yang menghasilkan lava basal dan dinamakan Formasi Siantu.

Anomali geomagnet daerah penelitian ini berkisar antara -200 nT sampai 180 nT, dan penampang data *VLF* menunjukkan konduktivitas bahan yang diperoleh lebih kecil dari 20%. Dari pengujian conto batuan diperoleh nilai  $Fe_{total}$  lebih kecil dari 36%. Nilai anomali geomagnet tersebut cenderung meninggi menuju puncak perbukitan seperti di Bukit Bulin, Bukit Menggeris dan Bukit Merung, dan data *VLF* nilai konduktivitas bahan cenderung menurun hingga lebih kecil dari 20%.

Berdasarkan analisis data geomagnet, penampang *VLF* maupun uji conto batuan dapat disimpulkan bahwa daerah Sijuk pada dasarnya tidak menunjukkan potensi bijih besi, dan diperkirakan endapan besi lateritik ini merupakan hasil proses kimiawi dari oksidasi lempung.

**Kata kunci** : bijih besi, geomagnet, Sijuk, *Very Low Frequency* (*VLF*).

**ABSTRACT**

*The integrated analyses of geomagnetic data, VLF section (Very Low Frequency) and laboratory test of rock samples from Sijuk regions, North Belitung have been carried out to obtain a pattern of shallow geological structures associated with iron ore prospect. Iron ore outcrops from this area consist of hematite, Fe, and goson, which are located in the area of tin deposit. Geologically this iron ore is a product of magmatic activity that produced basaltic lava named as Siantu Formation .*

*In the study area, geomagnetic anomalies ranged from -200 nT to 180 nT , material's conductivity from the cross-section of VLF data showed less than 20 % .  $Fe_{total}$  from laboratory test of rock samples is less than 36 % . The geomagnetic anomaly values tend to rise to the top of the hills like in Bukit Bulin, Bukit Merung and Bukit Menggeris, while conductivity material tends to decrease up to less than 20 % .*

*Based on the analyses of geomagnetic data, VLF cross-section and rock samples, it can be concluded that basically Sijuk area shows no potential of iron ore, and this lateritic iron is estimated as product of chemical process from clay oxidation.*

**Keywords** : geomagnetic, iron ore, Sijuk, *VLF*.

## PENDAHULUAN

Potensi sumber daya geologi di Pulau Belitung antara lain berupa potensi endapan timah dan bijih besi. Potensi endapan timah telah dilakukan eksploitasi baik oleh masyarakat maupun perusahaan besar. Oleh karena itu yang menjadi latar belakang dalam penelitian ini adalah potensi bijih besi di Pulau Belitung yang menempati daerah Damar dan Manggar di Belitung Timur, serta daerah Sijuk di Belitung Utara. Potensi bijih besi di Damar dan Manggar telah dilakukan penelitian secara kualitatif dengan jumlah cadangan yang cukup namun belum dilakukan pengeboran contoh batuan (Widhiyatna, dkk., 2006). Sedangkan untuk potensi bijih besi di daerah Sijuk akan dilakukan analisis terpadu berdasarkan data geomagnet, penampang *VLF* dan uji laboratorium contoh batuan. Sehingga melalui kajian ini akan diperoleh gambaran potensi bijih besi di daerah Sijuk, Belitung Utara, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

## METODOLOGI

Metodologi dalam penelitian ini dimulai dengan penelaahan laporan geologi maupun geofisika yang berhubungan dengan potensi bijih besi di daerah Belitung Utara. Selanjutnya dilakukan survei lapangan dengan metoda geomagnet, pengukuran lintasan geomagnetic berfrekuensi sangat rendah (*very low frequency, VLF*) dan uji contoh batuan untuk parameter *susceptibility* dan kandungan Fe.

Studi awal sebelum dilakukan kegiatan lapangan adalah *plotting* sebaran bongkah bijih besi di sekitar lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan pengukuran geomagnet di lapangan pada lokasi-lokasi sebaran bongkah bijih besi dan pengujian kemagnetan langsung dengan *magnetic pen*. Sedangkan pengukuran lintasan *VLF* dilakukan pada kontur anomali geomagnet. Pengambilan contoh batuan dilakukan secara random berdasarkan pertimbangan kandungan kemagnetan batuan serta kandungan mineral hematit, goetit dan mineral pendukung lainnya. Data laboratorium

contoh batuan dengan parameter *susceptibility* dan Fe digunakan sebagai kontrol dalam pemodelan geomagnet (Idral, 2008).

Pada pengujian langsung kemagnetan bijih besi di lapangan dengan *magnetic pen* terlihat adanya gaya tarik-menarik sangat kuat antara bongkah bijih besi dengan *magnetic pen*. Pengujian tersebut menunjukkan dugaan adanya potensi sumber daya logam besi dalam mineral-mineral tertentu seperti hematit, magnetit, galena, goetit dan pirit. Keberadaan potensi sumberdaya mineral logam tersebut diduga berhubungan dengan proses magmatik yang ditandai dengan munculnya terobosan granit di sekitar daerah penelitian.

## LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Desa Sungai Padang, Kecamatan Sijuk, Belitung Utara, sedangkan secara geografis terletak pada koordinat antara 2.580° LS sampai dengan 2.568° LS dan 107.854° BT sampai dengan 107.866° BT (Gambar 1). Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan pesawat udara maupun laut dari Jakarta ke Tanjungpandan, dan diteruskan dengan jalan darat dari Tanjungpandan ke Desa Sungai Padang, Sijuk.

## TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL

Geomorfologi Pulau Belitung merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian berkisar dari 120 meter hingga 510 meter di atas permukaan air laut. Perbukitan dialiri oleh sungai-sungai dengan pola aliran dendritik. Baharuddin dan Sidarto (1995) menjelaskan bahwa batuan tertua di Pulau Belitung adalah Formasi Kelapa Kampit (PCKs) yang terdiri dari batuan sedimen *flysch*, batupasir, batusabak dan batulumpur. Selanjutnya Formasi Tajam (PCTm) yang terdiri atas batupasir kuarsa bersisipan batulanau dan terlipat sedang hingga kuat dan juga sebagian termalihkan. Kedua formasi diatas berumur Permo-Karbon. Bersamaan dengan pembentukan kedua formasi tersebut di daerah penelitian juga terdapat



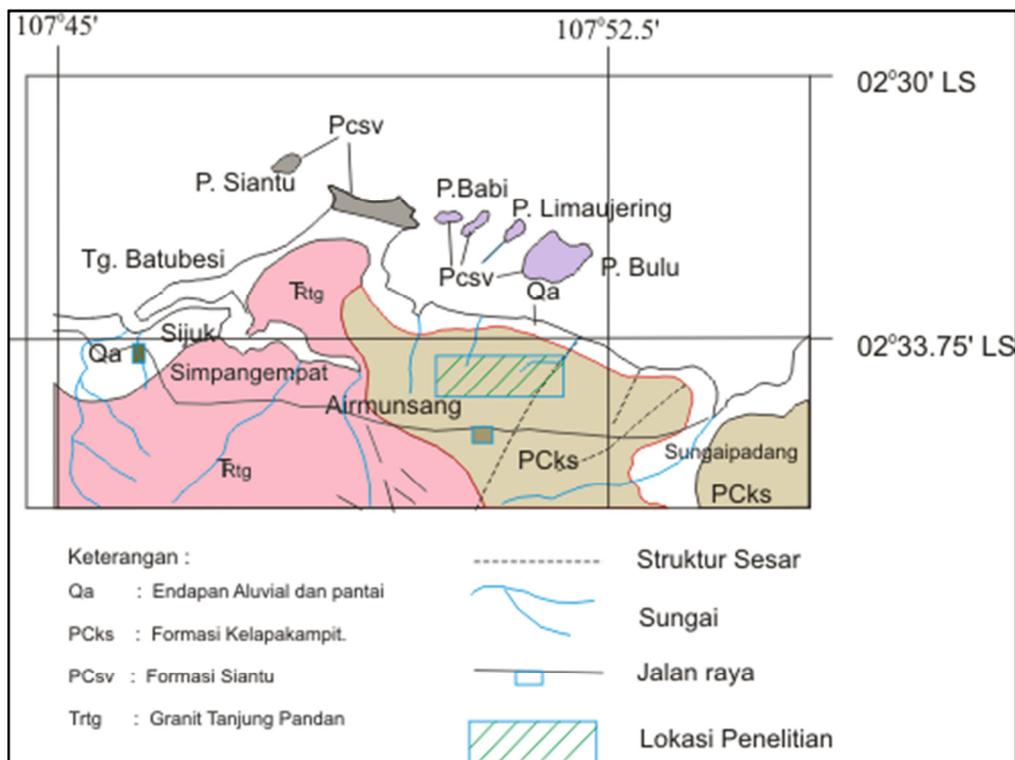
Gambar 1. Lokasi penelitian di Desa Sungai Padang, Kecamatan Sijuk, Belitung Utara.

aktifitas magmatik yang menghasilkan endapan lava basalt dan breksi gunung api yang dinamakan Formasi Siantu (PCsp).

Pada kurun Mesozoikum terjadi beberapa aktifitas magmatik yang dimulai pada Zaman Trias yang menghasilkan Granit Tanjungpandan (Trtg), pada Zaman Jura yang menghasilkan Granit Adamelit Baginda (Jma), yang tidak menghasilkan endapan timah. Pada Zaman Kapur terbentuk 2 jenis batuan beku, yaitu Granodiorit Burungmandi (Kbg) dan Diorit

Kuarsa Batubesi (Kbd). Sejak akhir Kapur sampai Kuartar berlangsung proses denudasi dan erosi serta menghasilkan endapan pasir karbonatan dan endapan aluvial.

Struktur geologi yang terdapat di daerah Belitung adalah sesar, kekar dan lipatan. Arah sumbu lipatan pada umumnya berarah baratlaut-tenggara, sedangkan sesar berarah timurlaut-baratdaya. Kegiatan tektonik daerah ini diperkirakan dimulai pada masa Permo-Karbon.



Gambar 2. Geologi daerah penelitian dari Peta Geologi Lembar Belitung yang disederhanakan (Baharuddin dan Sidarto, 1995).

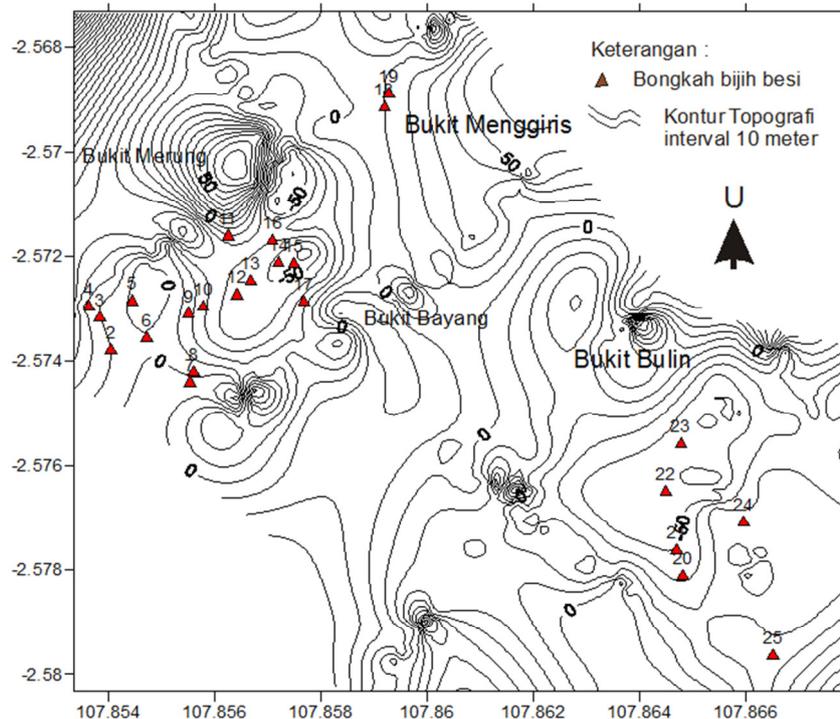
## HASIL PENELITIAN

Morfologi daerah penelitian merupakan perbukitan dengan topografi ketinggian kurang dari 200 meter, perbukitan tersebut adalah Bukit Bulin, Bukit Menggeris, Bukit Merung dan Bukit Bayang. Bongkah bijih besi tersingkap di Bukit Bulin dan Bayang sebagai hematit, gosan dan Fe, dengan ukuran diameter lebih besar dari 1 meter (Gambar 3).

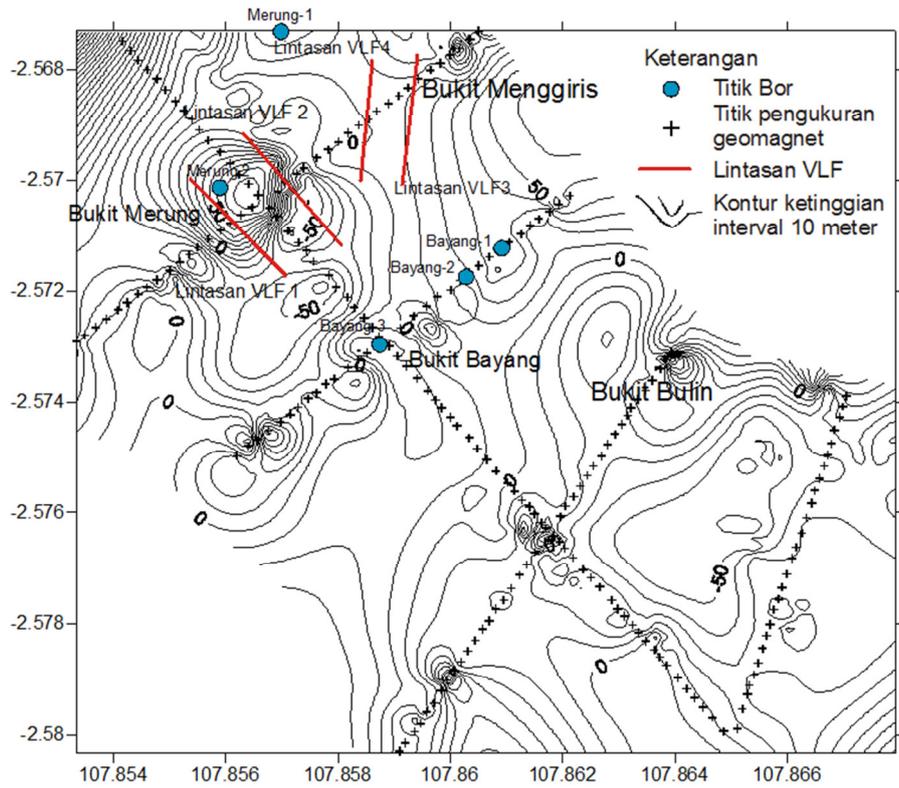
Pengukuran geomagnet telah dilakukan pada 5 lintasan, dimana 4 buah lintasan berarah baratdaya – timur laut dan 1 buah lintasan berarah baratlaut-tenggara (Gambar 4), dengan interval antar titik pengamatan adalah 25 meter. Sedangkan lintasan pengukuran VLF berjumlah 4 buah, dimana 2 lintasan melalui Bukit Merung berarah baratlaut-tenggara dan 2 lintasan melalui Bukit Menggeris berarah utara selatan. Lintasan pengukuran VLF melalui singkapan bongkah bijih besi dan anomali geomagnet tinggi. Contoh batuan diperoleh dari hasil pemboran untuk uji laboratorium dengan hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1, hasil uji ini selanjutnya dikorelasikan dengan data geomagnet dan penampang VLF.

Anomali geomagnet diperoleh berkisar antara -200 nT sampai 180 nT, membentuk zona anomali tinggi dan rendah. Zona anomali tinggi menempati Bukit Merung dengan nilai tertinggi mencapai 180 nT, dan anomali tersebut menerus ke arah Bukit Menggeris. Pada singkapan bijih besi dilakukan pengujian lapangan dengan *magnetik pen* dan diperoleh gayatarik cukup kuat yang menunjukkan adanya bahan magnet atau unsur besi. Wilayah anomali geomagnet rendah menempati Bukit Merung dan Bukit Bayang, dan tenggara Bukit Bulin, mencapai nilai -100 nT (gambar 5) dan tidak ditemukan bongkah bijih besi.

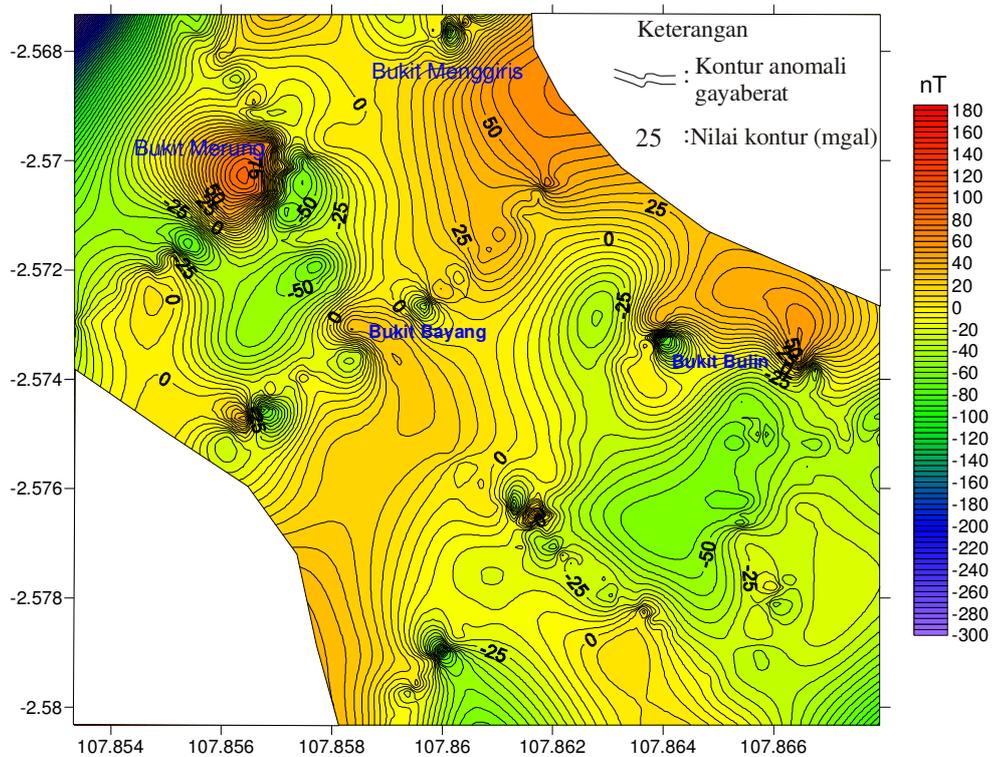
Untuk memperkecil wilayah yang diduga prospek terhadap area potensi bijih besi dan indikasinya dipermukaan, dilakukan pembuatan kontur nilai anomali geomagnet yang lebih besar dari 0 nT (Gambar 6). Hasil kontur anomali tersebut sesuai dengan keterdapatn bijih besi, baik di Bukit Merung, Bukit Menggeris maupun Bukit Bayang. Pada lokasi dengan nilai kontur lebih besar dari 0 nT tersebut dilakukan pengukuran VLF dan uji conto batuan di laboratorium dari pemboran inti.



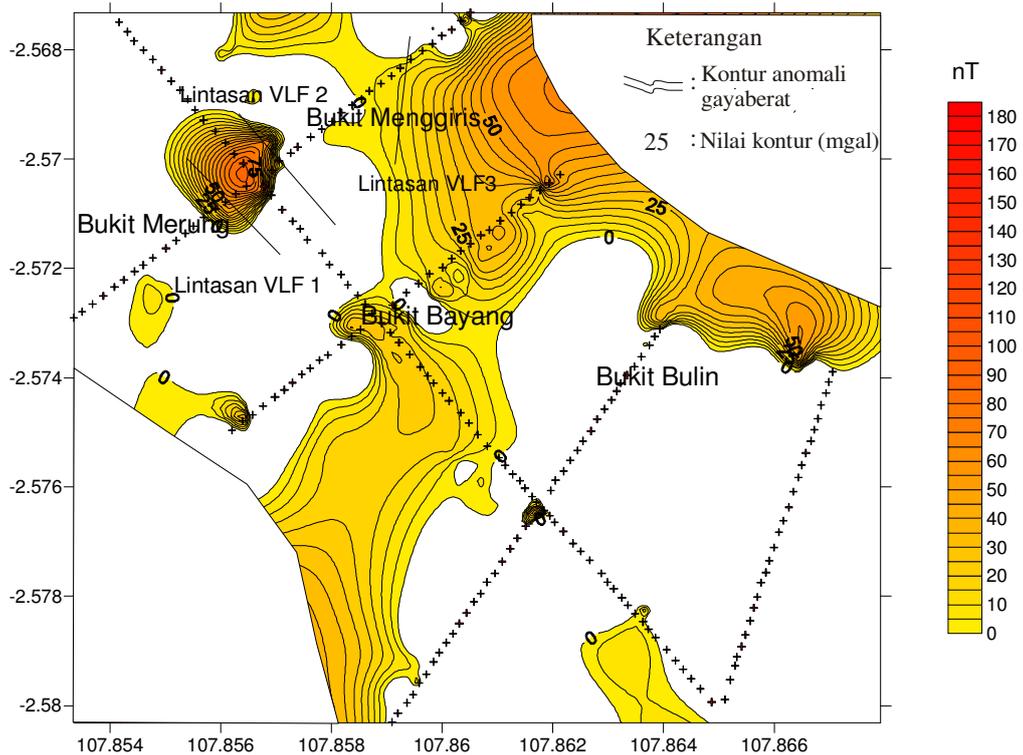
Gambar 3. Peta potensi bijih besi yang tersingkap di daerah penelitian.



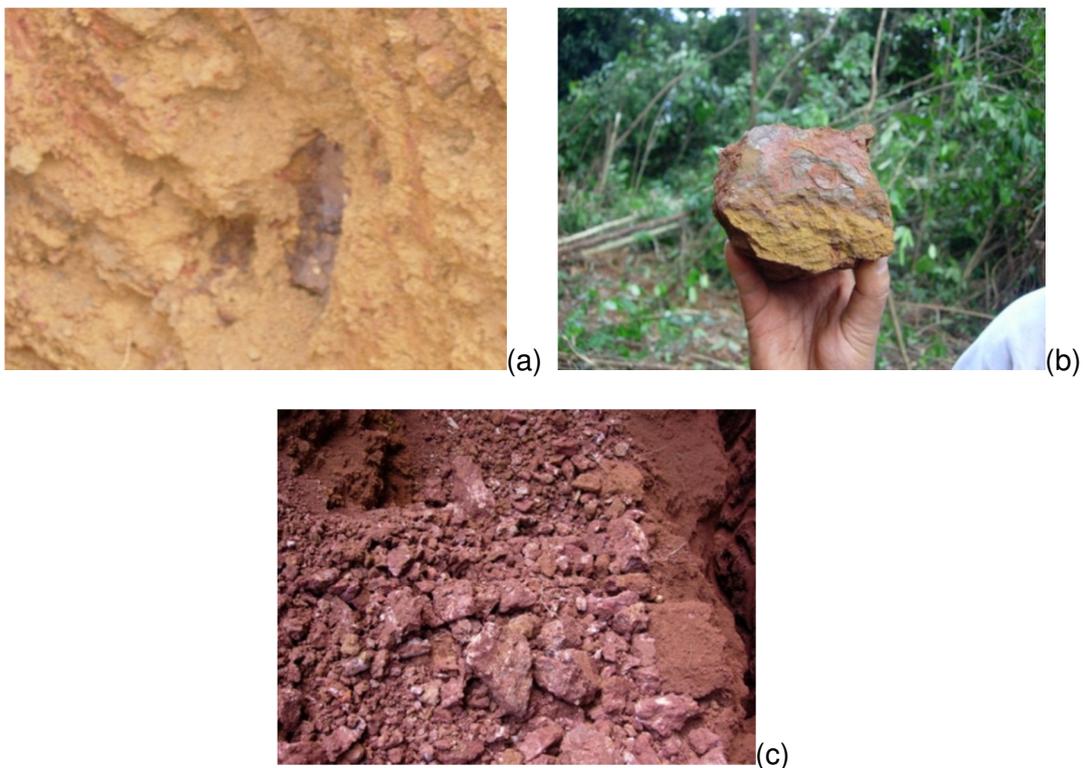
Gambar 4. Distribusi titik pengamatan geomagnet, lintasan VLF dan lokasi bor inti di daerah penelitian.



Gambar 5. Peta kontur anomali geomagnet dengan interval kontur 5 nT.



Gambar 6. Peta kontur anomali geomagnet dengan *cut off* 0 nT.



Gambar 7. Singkapan bongkah besi di daerah Bukit Bayang.

Hasil uji sumuran (*test pit*) menunjukkan bongkah bijih besi bawah permukaan bersatu dengan tanah penutup (Gambar 7a) dan di permukaan

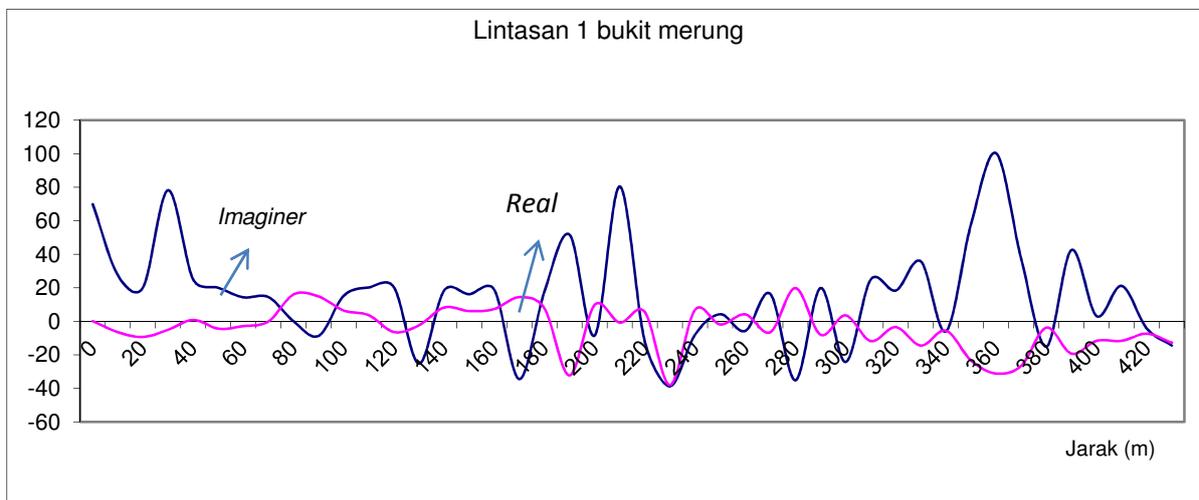
membentuk kumpulan bongkah bijih besi. Diameter bongkah bervariasi mulai ukuran lebih besar dari 20 cm hingga pasir dan kerikil (0,2 – 4 cm) (Gambar 7b dan 7c).

Dari pengolahan data *VL*F diperoleh nilai imajiner dan nyata (*real*), untuk estimasi konduktivitas bahan yang ditunjukkan oleh perpotongan garis imajiner dan nyata (*real*) (Gambar 8). Lokasi perpotongan tersebut diperkirakan mengandung unsur logam Fe, magnetit, hematit, gosan atau limonit. Dari pengukuran *VL*F ini akan diketahui benda magnetik dan non magnetik, sedangkan pengukuran geomagnet hanya untuk mengetahui keberadaan benda-benda magnetik.

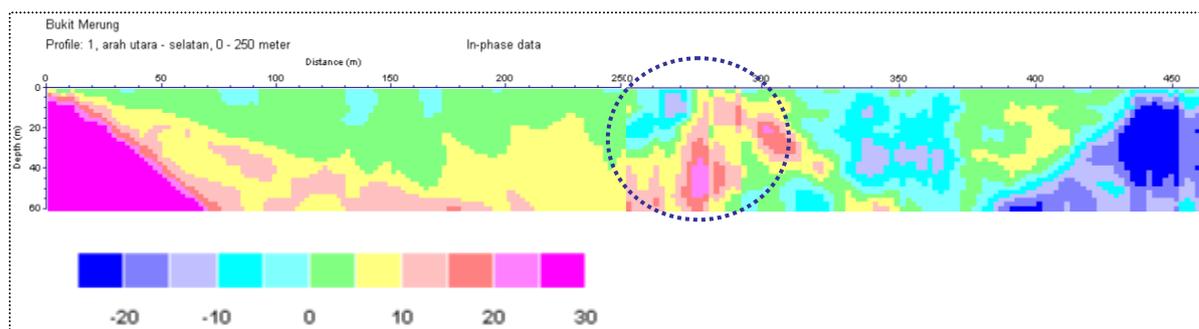
Hasil pengolahan data lebih lanjut berupa penampang sebagai refleksi perpotongan nilai imajiner dan *real* yang

ditampilkan sebagai *image* warna yang mewakili nilai persentase (%). *Image* merah menunjukkan kadar logam (namun belum tentu bijih besi), dengan persentase yang kecil (10%) (Gambar 9).

Pengujian sampel pada 6 titik bor di Bukit Bayang dan Bukit Merung menunjukkan nilai  $Fe_2O_3$  berkisar antara 11,535% sampai 50,634%, dan  $Fe_{total}$  berkisar antara 8,074% sampai 35,443% (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan  $Fe_{total}$  di daerah prospek bijih besi yang ada di Sijuk merupakan proses oksidasi antara lempung dari hasil lapukan granit dengan air tanah, dan membentuk bongkah bijih besi.



Gambar 8. Perpotongan garis imajiner dan nyata (*real*) untuk menentukan nilai konduktivitas bahan.



Gambar 9. Filtering dari rekaman *VL*F pada lintasan 1 Bukit Merung.

Tabel 1. Hasil uji laboratorium kandungan unsur Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>Total</sub>.

Hasil uji laboratorium dari conto bor							
No	Nama	Tipe conto	Koordinat		Kedalaman (m)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>Total</sub> (%)
			Latitude	Longitude			
1	Bukit Merung-1	Soil	-2,567333055	107,8569844	9	16,339	12,837
2	Bukit Merung-2	Soil	-2,567342116	107,8556794	7	11,534	8,074
					13	29,319	20,532
4	Bukit Bayang-1	Soil	-2,571239079	107,8609176	1	33,433	23,405
					8	26,235	18,364
5	Bukit Bayang-2	Soil	-2,571755652	107,8602832	2	23,879	16,715
					7	13,529	9,470
6	Bukit Bayang-3	Soil	-2,572970055	107,8587426	1	41,854	2,297
					5	50,634	35,443

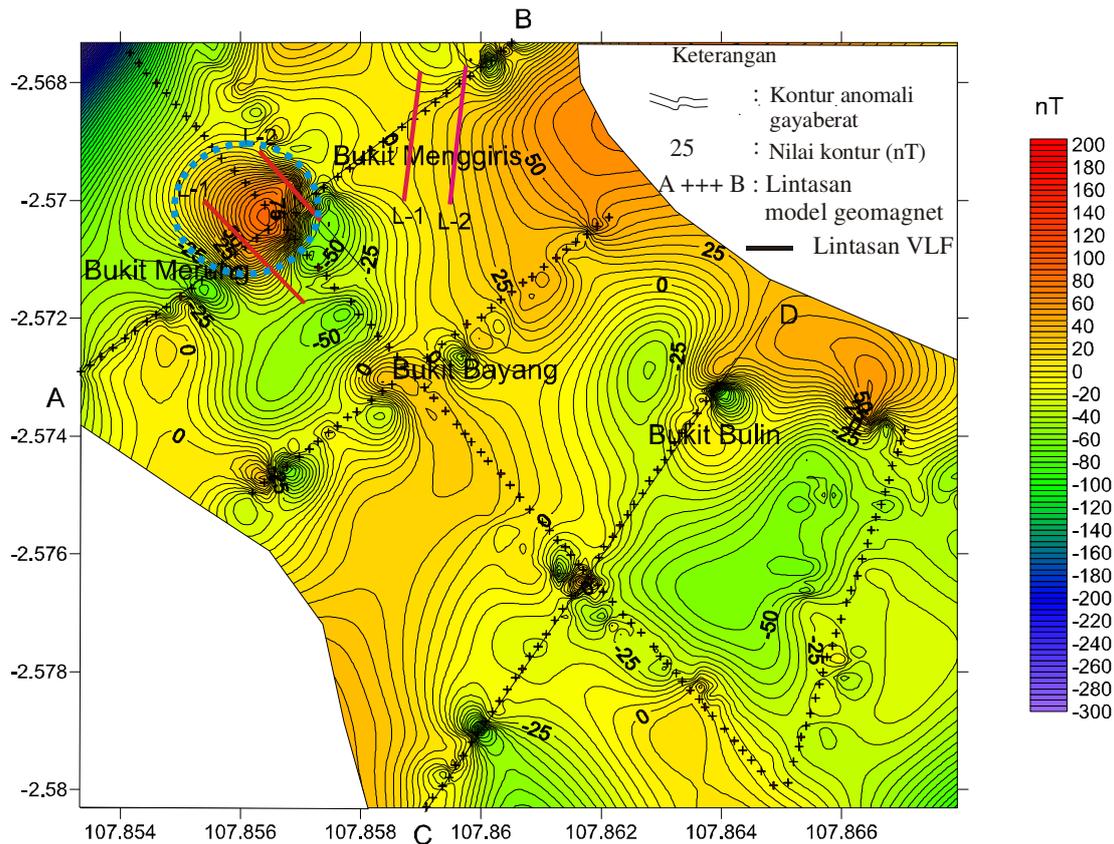
**PEMBAHASAN**

Anomali geomagnet daerah penelitian menunjukkan pola bulatan anomali meninggi ke arah perbukitan (Gambar 10). Hal ini tidak terlepas dari pola struktur geologi yang berkembang di daerah Belitung sebagai akibat pengangkatan batuan alas (Formasi Kelapa Kampit dan Formasi Tajam) diikuti pengendapan lava basal (Formasi Siantu) yang memberikan ciri adanya proses mineralisasi di daerah ini. Analisis data geomagnet untuk mendapatkan gambaran struktur geologi (sesar) dangkal berhubungan dengan keterdapatan bongkah bijih besi dilakukan melalui pemisahan anomali geomagnet lebih besar dari 0 nT (*cut off* 0 nT). Pengukuran VLF sebagai kontrol interpretasi data geomagnet menunjukkan adanya bahan konduktif yang mungkin tidak mengandung unsur magnetik seperti hematit atau limonit. Anomali geomagnet tinggi di daerah ini selalu mengarah ke daerah

puncak bukit yaitu ke puncak Bukit Menggeris atau Bukit Merung yang mengikuti bentuk kontur topografinya. Oleh karena itu nilai anomali magnet tersebut diduga berkorelasi dengan singkapan bongkah yang mempunyai unsur kemagnitan dari kandungan Fe yang tinggi di daerah puncak perbukitan (Zaidan, dkk., 2009).

**Penampang Anomali Geomagnet**

Penarikan penampang anomali geomagnet dalam pemodelan ini dihubungkan dengan pola struktur geologi yang berarah baratlaut – tenggara. Pemodelan geologi bawah permukaan pada dua lintasan yaitu penampang A-B dan Penampang C-D, dimana kedua penampang tersebut meninggi di sekitar Bukit Merung dan Bukit Menggeris pada penampang A-B. Sedangkan pada penampang anomali geomagnet pada lintasan C-D lebih datar dan halus dan tidak menunjukkan seperti di bagian utara.



Gambar 10. Peta kontur anomali geomagnet dengan dengan panampang lintasan model geologi dan lintasan VLF.

**Lintasan A-B**

Model geologi pada lintasan A-B sebagai penampang anomali geomagnet berarah baratdaya-timurlaut, melalui Bukit Merung dan Bukit Menggeris, berkisar antara -71,5 nT sampai 83,9 nT. Pada penampang ini kondisi geologi dangkal bawah permukaan tidak menunjukkan struktur geologi yang tegas, hal disebabkan pemodelan hanya mencapai 75 meter.

Penampang ini meninggi ke arah Bukit Merung pada titik 400 meter dari posisi A sebagai benda anomali dengan suseptibilitas 0,0005 SI atau  $500 \times 10^{-6}$  SI. Kedalaman benda anomali tersebut terletak pada 20 meter dari permukaan dengan luas antara 200 meter x 5 meter, sangat tipis ketebalannya dibandingkan dengan panjang lintasan, kemiringan sekitar 30 derajat ke arah timur laut (Gambar 11).

Suseptibilitas pada model geologi tersebut diduga sebagai benda konduktif sebesar  $500 \times 10^{-6}$  SI sangat kecil untuk

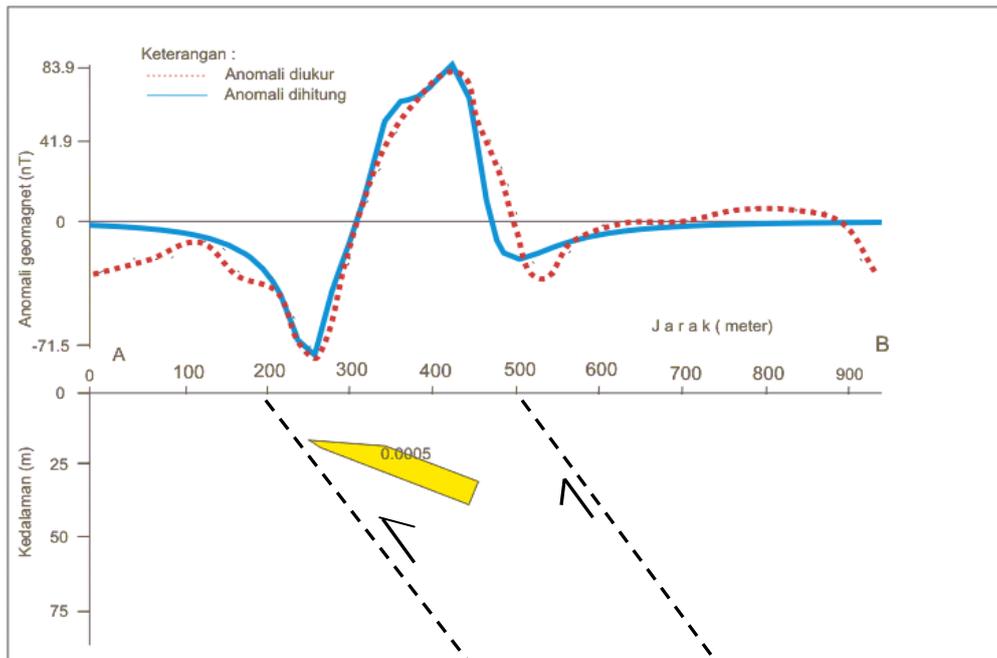
karakteristik magnetik  $Fe_{total}$  atau  $Fe_2O_4$ . Sehingga dari model geologi ini dapat diduga tidak adanya potensi bijih besi, sedangkan bongkah bijih besi yang tersingkap di permukaan nampaknya merupakan *lateritic iron* atau besi yang berasal dari oksidasi lempung.

**Lintasan C-D**

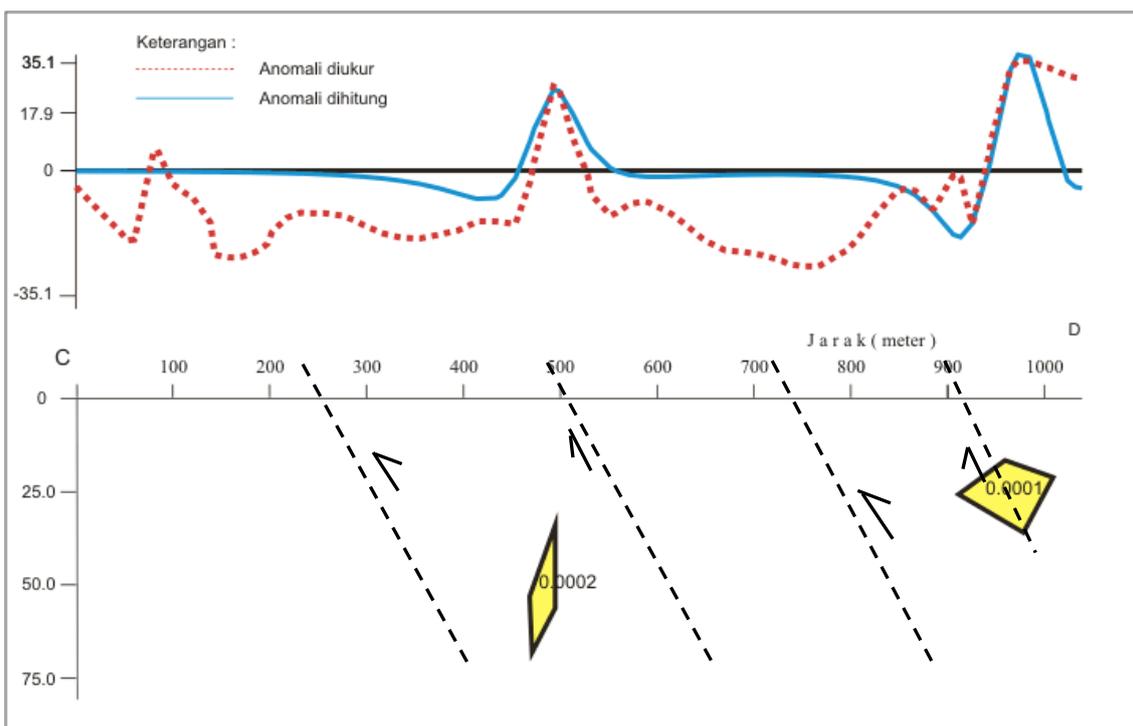
Model geologi pada lintasan C-D merupakan penampang anomali geomagnet yang menempati bagian selatan Bukit Bulin, berarah barat daya - timur laut, dengan nilai anomalnya berkisar antara -35,1 nT sampai 35,1 nT. Pada penampang terlihat peninggian anomali pada posisi 500 meter yang mencapai nilai anomali 20 nT dan posisi 1000 meter mencapai nilai anomali 36,1 nT. Peninggian anomali tersebut membentuk kerucut dengan suseptibilitas 0,0002 SI atau  $200 \times 10^{-6}$  SI, sedangkan benda anomali di Bukit Bulin dengan suseptibilitas 0,0001 SI atau  $100 \times 10^{-6}$  SI. Benda anomali tersebut terletak pada kedalaman

sekitar 20 meter dan 15 meter, dengan dimensi benda anomali pertama 50 meter x 40 meter dan dimensi benda anomali kedua adalah 75 meter x 15 meter, sangat tipis ketebalannya dibandingkan jaraknya, kemiringan sekitar 80 derajat ke arah baratdaya (Gambar 12).

Berdasarkan model geologi tersebut terlihat bahwa nilai suseptibilitas benda anomali tersebut lebih rendah dari nilai suseptibilitas referensi sebagai benda magnetik Fe ( $Fe_2O_4$ ), sehingga dapat diduga bahwa daerah ini tidak mempunyai potensi bijih besi (Telford, dkk., 1990).



Gambar 11. Model geologi pada lintasan anomali geomagnet pada penampang A-B



Gambar 12. Model geologi pada lintasan anomali geomagnet pada penampang C-D

**Lintasan VLF**

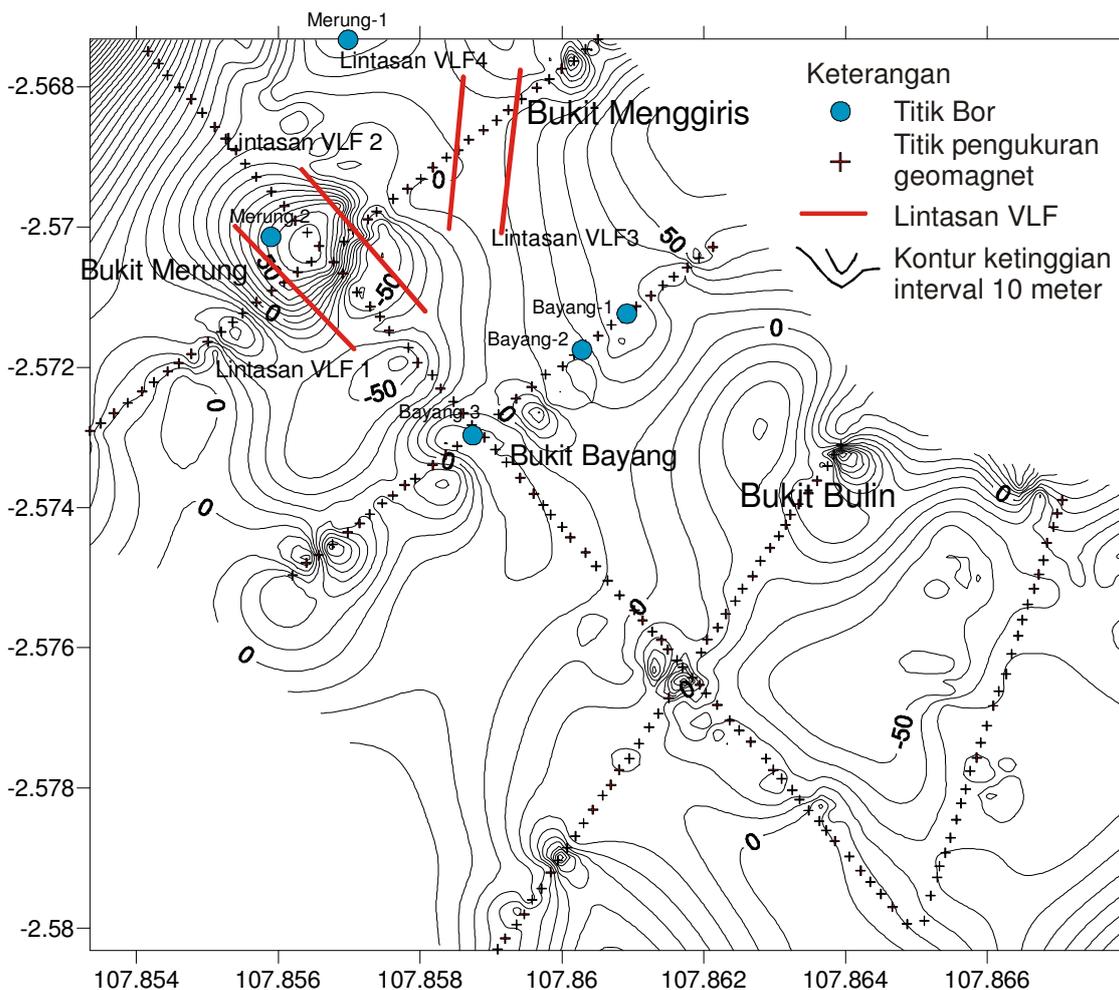
Pengukuran VLF dilakukan pada daerah geomagnet anomali tinggi dan lokasi singkapan bongkah bijih besi. Lintasan tersebut melalui bukit Merung yaitu lintasan 1 dan lintasan 2, sedangkan lintasan 3 dan 4 di Bukit Menggeris.

**Bukit Menggeris**

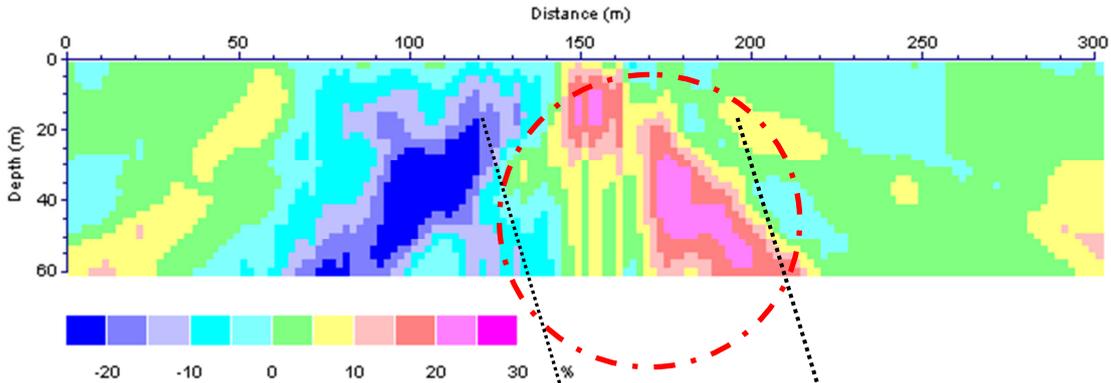
Lintasan L-1 yang berarah timurlaut - baratdaya melalui lokasi singkapan bijih besi dan anomali geomagnet tinggi di bagian timurnya. Dari pengukuran VLF pada lintasan ini diperoleh konduktivitas bahan lebih kecil dari 25%. Nilai konduktivitas tertinggi (25%) yang ditunjukkan oleh bulatan warna merah menempati bagian tengah antara 150 m sampai 225 m dengan kemiringan ke arah

tenggara (Gambar 14). Di bagian baratdaya dan tenggara dengan nilai konduktivitasnya lebih kecil dari 10% dengan kemiringan dan tonjolan ke permukaan. Nilai konduktivitas demikian dengan bentuk tonjolan ke permukaan diduga tidak menunjukkan ciri lokasi mineralisasi bijih besi, namun merupakan pengaruh tanah laterik yang berkembang di daerah tersebut.

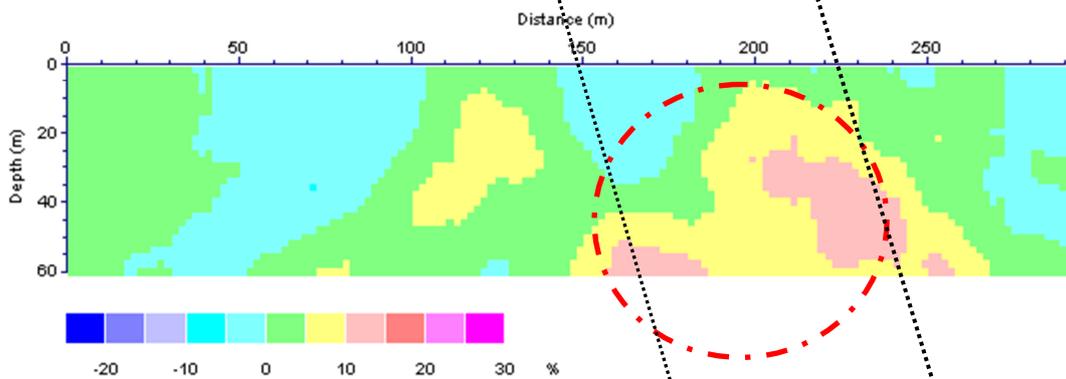
Dari lintasan L-2 yang sejajar dengan lintasan L-1, diperoleh nilai konduktivitasnya lebih kecil dari 15%, dengan nilai konduktivitas tertinggi (15%) terletak antara 200 sampai 250 meter (Gambar 14). Dari penampang pada lintasan ini terlihat nilai konduktivitas yang lebih kecil dari 5% mencapai luasan 70 persen. Korelasi dari 2 lintasan VLF menunjukkan adanya pengaruh struktur geologi yang berarah timur.



Gambar 13. Indeks peta lokasi lintasan pengukuran VLF.



Gambar 14. Penampang lintasan 1 pada pengukuran VLF terletak di Bukit Menggeris berarah timurlaut - baratdaya.



Gambar 15. Penampang lintasan 2 pada pengukuran VLF terletak di Bukit Menggeris berarah timurlaut – baratdaya.

**Bukit Merung**

Pada penampang lintasan L-1 terlihat nilai konduktivitas mencapai 30%. Lintasan ini memotong kontur anomali geomagnet tinggi dengan nilai konduktivitas tertinggi yang menunjukkan adanya ciri mineralisasi bijih besi. Nilai konduktivitas tersebut mempunyai lebar sekitar 75 meter, yang terletak antara 250 sampai 325 meter dengan kedalaman lebih dari 60 meter. Pola konduktivitas dengan kemiringan mencapai 60 derajat diduga merupakan akibat dari proses struktur geologi yang berkembang di daerah ini sehingga mineralisasi bisa mencapai permukaan (Gambar 16). Konduktivitas tinggi pada penampang ini diperkirakan karena adanya mineralisasi bijih besi yang ditunjukkan oleh nilai geomagnet tinggi dan sebaran singkapan bongkah bijih besi.

Dari penampang pada lintasan L-2 yang sejajar dengan lintasan L-1 diperoleh nilai konduktivitas lebih kecil dari 5%

(Gambar 17), melalui penampang anomali geomagnet pada lintasan A-B yaitu lebih besar dari 50 nT (Gambar 11). Nilai konduktivitas pada penampang ini diduga tidak menunjukkan aspek mineralisasi bijih besi.

**KESIMPULAN**

Penelitian potensi bijih besi di daerah Sijuk, Belitung Utara telah dilakukan dengan analisis data geomagnet, data VLF (*Very Low Frequency*) dan pengujian conto batuan di laboratorium. Keterdapatan bijih besi terletak di lokasi penambangan timah. Secara geologi keterdapatan bongkah bijih besi merupakan produk dari proses kimiawi yang berhubungan dengan material dari Formasi Siantu berupa endapan lava basalt.

Rentang nilai anomali geomagnet di daerah penelitian berkisar antara -200 nT sampai dengan 180 nT, sedangkan dari

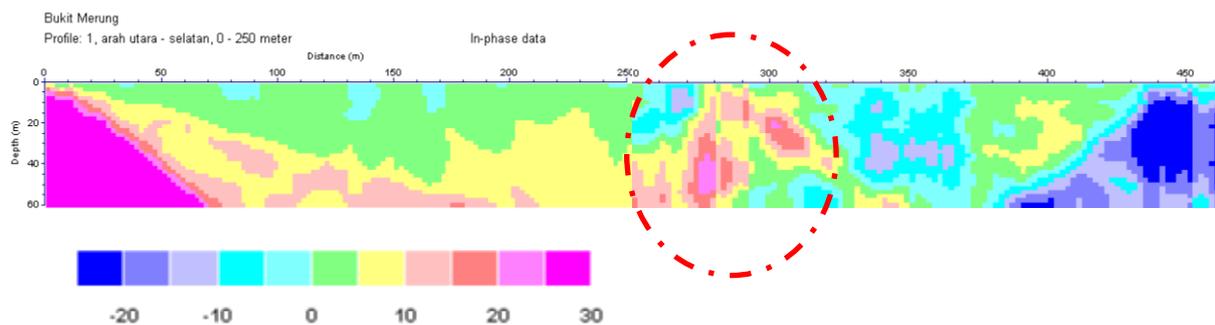
pengukuran *VLF* diperoleh konduktivitas bahan lebih kecil dari 20%. Dari distribusi nilai anomali geomagnet terlihat bahwa nilai-nilai ini meninggi mengikuti pola kontur topografi ke arah puncak Bukit Merung, Bukit Menggeris dan Bukit Bulin. Analisis anomali geomagnet menunjukkan penyebaran bijih besi secara horizontal dan data *VLF* menunjukkan penyebaran bijih besi secara vertikal. Data bor dangkal digunakan untuk mengontrol penampang lintasan *VLF* dan model geomagnet.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kandungan bijih besi dengan  $Fe_{total}$  antara 8,074 % sampai 35,443 % pada nilai anomali magnet yang mencapai 180 nT. Dengan pemodelan geologi terlihat bahwa kelompok batuan ini memiliki nilai susceptibilitas rendah ( $500 \times 10^{-6}$  SI).

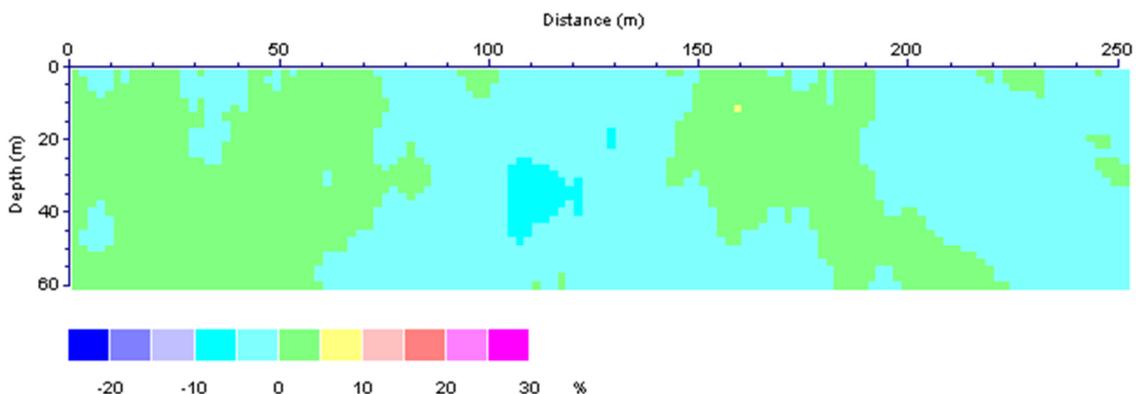
Berdasarkan analisis data geomagnet, data *VLF*, data bor dan singkapan bijih besi, menunjukkan bahwa daerah Sijuk diperkirakan tidak mempunyai prospek potensi bijih besi.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada dewan redaksi yang telah memberikan kesempatan makalah ini untuk dimuat dalam buletin ini. Kepada editor yang telah mengoreksi, memberikan saran dan diskusi dalam penyusunan makalah ini penulis ucapkan terimakasih. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh rekan rekan yang telah membantu.



Gambar 16. Lintasan L-1 di Bukit Merung berarah utara – selatan.



Gambar 17. Lintasan L-2 di Bukit Merung berarah utara – selatan

**DAFTAR PUSTAKA**

Baharudin dan Sidarto, 1995, *Peta Geologi Lembar Belitung skala 1: 250000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

- Idral, A., 2008, *Aplikasi metoda geomagnetik dalam menentukan potensi sumberdaya bijih besi di daerah Bukit Bakar dan Ulu Rabau, Kec. Lembah Gumanti, Kab. Solok, Sumatera Barat*, Buletin Pusat Sumberdaya Geologi, Vol. 3, No. 3.
- Telford, W.M. , Geldart, L.P., Keys, A., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge, University Press, London.
- Widhiyatna, D., Pohan, M.P., dan Ahdiat A., 2006, *Inventarisasi Potensi Bahan galian Wilayah Peti, Daerah Belitung. Prop Bangka Belitung*, Pusat Sumber Daya Mineral.
- Zaidan, M., Hidayat, W., dan Prayogo, T., 2009, *Aplikasi Geomagnet untuk Explorasi Bijih Besi di daerah Kacang Botor, Kab. Belitung Barat*, Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, Vol. 11, No. 2.

## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Mei 2014

ISSN 1907 – 5367

Sabtanto Joko Suprpto (Pusat Sumber Daya Geologi)  
Ildrem Syafri, dan Yoga Andriana (Universitas Padjadjaran)

ZONASI POTENSI MINERALISASI BESI-TEMBAGA-TIMBAL-SENG MENGGUNAKAN DATA GEOKIMIA DAN GEOLOGI BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN SOLOK, PROVINSI SUMATERA BARAT

BSDG Mei 2014 Vol. 9 No. 1 Hal. 1 – 12

Kabupaten Solok, Provinsi Sumatra Barat mempunyai potensi sumberdaya mineral logam. Studi ini bertujuan untuk menentukan daerah potensi mineralisasi mineral logam Fe-Cu-Pb-Zn di Kabupaten Solok dengan menggunakan kombinasi model statistik rasio frekuensi dan sistem informasi geografis. Analisis dilakukan terhadap data sebaran litologi dan struktur geologi serta data 4 jenis unsur dari 433 sampel geokimia endapan sungai aktif. Hasil kajian menghasilkan sebaran spasial sebelas daerah potensi mineralisasi logam Fe-Cu-Pb-Zn. Penelitian lapangan dilakukan di daerah potensi Pisaulang, Kotanaru, dan Air Bertumbuh, ditemukan cebakan bijih besi di tiga lokasi dengan Fe sebagai unsur penyusun utama serta Cu, Pb, dan Zn, sebagai unsur ikutan. Kandungan bijih besi berupa Fe 18,15-70,9 %, Cu 0,025-2,34 %, Pb <0,001-0,004%, dan Zn 0,033-0,58%.

Kata kunci: geology, geokimia, integrasi, potensi, rasio frekuensi.

Teuku Ishlah dan Syuhada Arsadipoera  
(Pusat Sumber Daya Geologi)

PENAFSIRAN SEBARAN BATUBARA DENGAN METODE SEISMIK REFLEKSI DI DAERAH TEBO TENGAH KABUPATEN TEBO PROVINSI JAMBI

BSDG Mei 2014 Vol. 9 No. 1 Hal. 13 – 27

Batubara di bawah kedalaman 400 m merupakan endapan yang belum banyak dieksploitasi di Indonesia. Potensi ini umumnya masuk dalam kelas hipotetik dan sangat bermanfaat untuk pengusaha tambang dalam. Untuk meningkatkan status sumber daya batubara diperlukan beragam penyelidikan dalam akuisisi data diantaranya berupa penyelidikan seismik refleksi dan pemboran eksplorasi. Penelitian ini memakai metoda seismik refleksi untuk mendeteksi lapisan batubara di bawah permukaan. Hasil penyelidikan seismik refleksi di daerah Tebo Tengah mampu mengindikasikan sebanyak lima lapisan batubara yang terdapat dalam tiga formasi namun dengan ketebalan yang belum bisa ditentukan.

Kata kunci : batubara, perlapisan, seismik refleksi.

Praptisih dan Kamtono (Puslit Geoteknologi LIP)

KARAKTERISTIK BATUAN INDUK HIDROKARBON FORMASI CIBULAKAN DI DAERAH PALIMANAN, CIREBON, JAWA BARAT

BSDG Mei 2014 Vol. 9 No. 1 Hal. 28 – 42

Penelitian batuan induk hidrokarbon yang dilakukan pada Formasi Cibulakan di daerah Palimanan, Cirebon bertujuan untuk memperoleh data permukaan endapan klastik berbutir halus serta karakteristik litofasies yang diduga sebagai batuan induk hidrokarbon. Metode yang dipakai adalah

penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan meliputi pengamatan stratigrafi detil dan pengambilan conto batuan, sedang analisis laboratorium terdiri dari analisis kandungan *Total Organic Carbon* dan analisis *Pirolisis Rock Eval*. Hasil analisis *Total Organic Carbon* terhadap 17 conto batulempung dan batulanau yang diambil dari Formasi Cibulakan menunjukkan nilai berkisar 0,27-4,43%, dan umumnya mempunyai potensi membentuk hidrokarbon dalam katagori rendah hingga sangat baik. *Pirolisis Rock Eval* dilakukan terhadap 9 conto yang berpotensi membentuk hidrokarbon dan memperlihatkan nilai  $T_{max}$  sebesar 331-557°C. Nilai yang menunjukkan tingkat kematangan termal sebanyak 6 conto dinyatakan matang hingga pasca matang dengan nilai  $T_{max}$  berkisar 445-557°C, sedang 3 conto lainnya belum matang dengan nilai  $T_{max}$  sebesar 331-362°C. Nilai *Hydrogen Index* berkisar 3-338 mg *Hydrocarbon/g Total Organic Carbon*, dan berada dalam fasies BC, CD dan D. Batuan induk tersebut dapat menghasilkan minyak dalam kuantitas sedang dan gas dalam kuantitas kecil. Potensi hidrokarbon di daerah penelitian menunjukkan kategori kekayaan material organik rendah hingga sangat baik, dengan kerogen termasuk tipe II dan III. Kualitas batuan sumber berdasarkan nilai *Hydrogen Index* termasuk dalam kategori gas *prone* dan *oil prone*.

Kata Kunci : batulempung, batuan induk, Formasi Cibulakan, hidrokarbon, *Total Organic Carbon* (TOC).

Sutarto dan Rama Danny  
(Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta)  
Arifudin Idrus, Agung Harjoko, Lucas D. Setjadji  
(Universitas Gadjah Mada Yogyakarta)  
Sapto Putranto (PT. Alexis Perdana Mineral)  
Franz M. Meyer (RWTH Aachen University Germany)

HYDROTHERMAL ALTERATION AND VEIN TYPES OF THE RANDU KUNING PORPHYRY Cu-Au DEPOSIT AT SELOGIRI AREA, WONOGIRI

BSDG Mei 2014 Vol. 9 No. 1 Hal. 43 – 55

*Many Tertiary hydrothermal altered dioritic composition intrusive rocks were found at the Randu Kuning area and its vicinity, Selogiri, including hornblende microdiorite, hornblende-pyroxene diorite and quartz diorite. The hydrothermal fluids which responsible for the alteration and mineralization at the area is associated with the occurrence of the hornblende microdiorite intrusion.*

*The alteration zone at the Randu Kuning area and its vicinity can be divided into several hydrothermal alteration zones, such as potassic (magnetite-biotite-K feldspar), prophyllitic (chlorite-magnetite-epidote-carbonate), phyllic (quartz-sericite-chlorite) and argillic (clay mineral-sericite). The alteration pattern in the Randu Kuning porphyry Cu-Au deposit is typically a diorite model characterising by the domination of potassic alteration and prophyllitic zone. Phyllic and argillic alteration types are restrictive found within the fault zones.*

*A lot of porphyry vein types were found and observed at the Randu Kuning area, and classified into at least seven vein types. The paragenetic sequence of those veins from the earliest to the latest respectively are 1). Magnetite-chalcopyrite±quartz-biotite veinlets, 2). Quartz±magnetite (A type) veins, 3). Banded/Laminated quartz-magnetite (M type) veins, 4). Quartz±K feldspar (B type) veins, 5). Quartz with thin centre line sulphide (AB type) veins, 6). Pyrite±chalcopyrite (C type) veinlets, and 7). Pyrite-quartz±chalcopyrite-carbonate (D type) veins.*

*Gold and copper mineralisation of the Randu Kuning Porphyry Cu-Au deposit, mostly related to the presence of quartz veins/veinlets containing sulfide i.e. Quartz with thin centre line sulphide veins, Pyrite±chalcopyrite veinlets, and Pyrite-quartz+chalcopyrite+carbonate veins.*

*Keywords: paragenetic sequence, porphyry, veins.*

Tatang Padmawidjaja (Pusat Survei Geologi)

DELINIASI POTENSI BIJIH BESI DI DAERAH SIJUK, BELITUNG UTARA BERDASARKAN ANALISIS DATA GEOMAGNET DAN VERY LOW FREQUENCY (VLF)

BSDG Mei 2014 Vol. 9 No. 1 Hal. 56 – 68

Analisis terpadu menggunakan data geomagnet, penampang VLF (*Very Low Frequency*) dan uji laboratorium conto batuan di daerah Sijuk, Belitung Utara telah dilakukan untuk memperoleh pola struktur geologi dangkal yang dihubungkan dengan prospek bijih besi. Singkapan bijih besi

daerah Sijuk tersusun oleh hematit, Fe, dan gosan yang terletak pada lokasi prospek endapan timah. Secara geologi bongkah bijih besi tersebut merupakan produk dari aktifitas magmatik yang menghasilkan lava basal dan dinamakan Formasi Siantu.

Anomali geomagnet daerah penelitian ini berkisar antara -200 nT sampai 180 nT, dan penampang data VLF menunjukkan konduktivitas bahan yang diperoleh lebih kecil dari 20%. Dari pengujian conto batuan diperoleh nilai  $F_{e\text{total}}$  lebih kecil dari 36%. Nilai anomali geomagnet tersebut cenderung meninggi menuju puncak perbukitan seperti di Bukit Bulin, Bukit Menggeris dan Bukit Merung, dan data VLF nilai konduktivitas bahan cenderung menurun hingga lebih kecil dari 20%.

Berdasarkan analisis data geomagnet, penampang VLF maupun uji conto batuan dapat disimpulkan bahwa daerah Sijuk pada dasarnya tidak menunjukkan potensi bijih besi, dan diperkirakan endapan besi lateritik ini merupakan hasil proses kimiawi dari oksidasi lempung.

Kata kunci : bijih besi, geomagnet, Sijuk, VLF.



Singkapan batuan beku dengan urat-urat halus yang mengisi rekahan, Sulawesi Selatan. (Penny Oktaviani, 2010)



Singkapan batu besi. (Hotma Simangunsong, 2011)



Batu andesit hasil peledakan siap diangkut ke konsumen sementara di tumpuk di *quarry site*. (Untung Triono, 2012)



Kegiatan penimbangan mangan oleh rakyat sebagai pekerja pada PT. SoE Makmur Resources di Kab. Timor Tengah Selatan. (Bayu Sayekti, 2012)



Objek merupakan manifestasi panas bumi berupa mata air panas yang tinggi sekali kadar bi-karbonatnya sehingga menghasilkan endapan kapur berwarna putih, daerah Sipoholon, Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara. (Dikdik Risdianto, 2012)



Kegiatan penambangan sinter karbonat, merupakan mineral ikutan hasil aktifitas panas bumi di Sipoholon, digunakan untuk bahan baku industri kimia. (Rudy Gunrady, 2012)

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

**ISI DAN KRITERIA UMUM**

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

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

**FORMAT**

**UMUM**

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

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

<b>III</b>	<b>Pendahuluan</b> ( <i>Introduction</i> )	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>Metode</b> ( <i>Method</i> )	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 coals and their palaeoenvironmental implication. *International Journal of Coal Geology*, 5, h.141-165.

### Buku

Petterson, W.C., 1987. *Exploration and Mining Geology*. John Wiley & 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*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons, New York, h.632-683.

### Prosiding

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

### Skripsi/Tesis/Disertasi

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

### Informasi dari Internet

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

### WEWENANG REDAKSI

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

### PENGIRIMAN NASKAH

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

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

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

