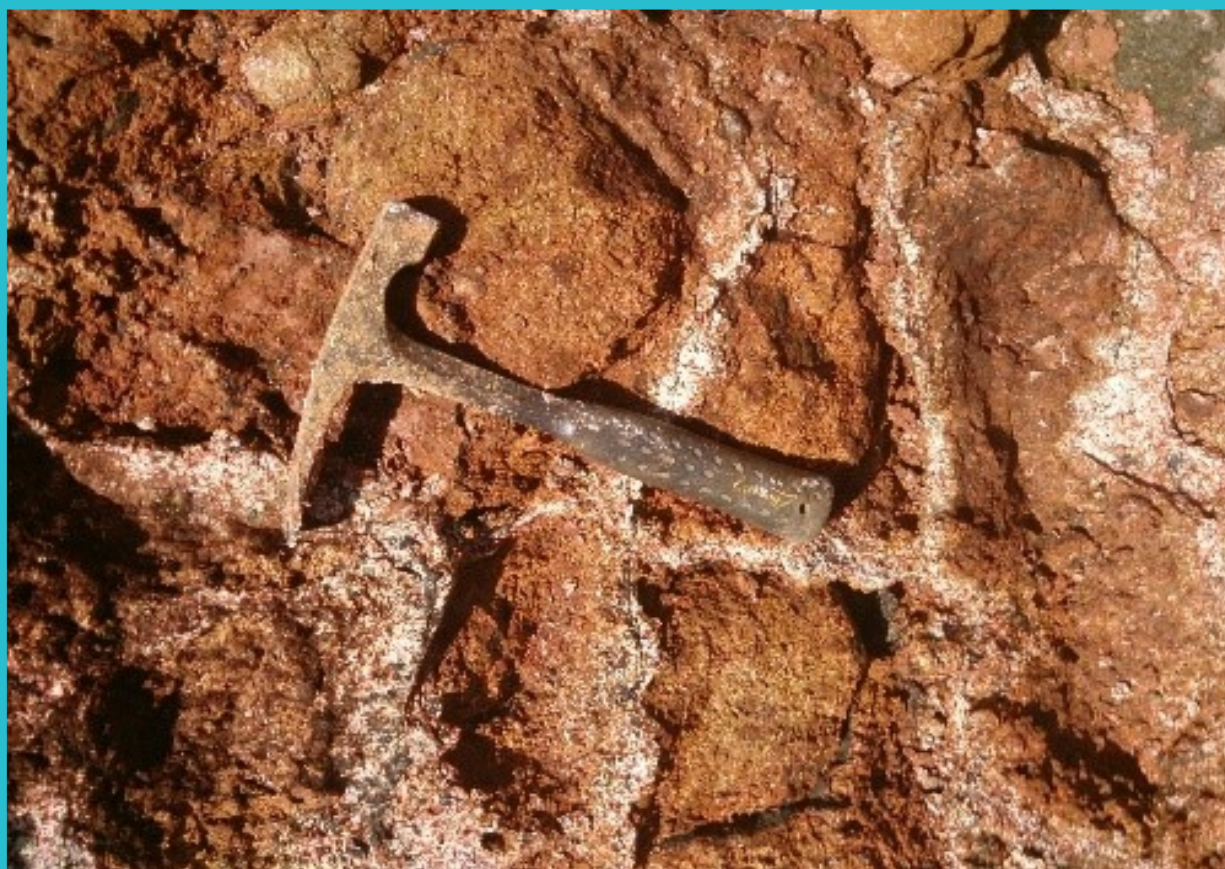


# buletin

# SUMBER DAYA GEOLOGI

ISSN 1907-5367  
eISSN 2580-1023

Volume 12 No. 1, Mei 2017



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

**Badan Geologi**

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 12	No. 1	Halaman 1 - 70	Bandung Mei 2017	Terakreditasi LIPI sebagai Majalah Ilmiah Nomor : 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015
--------------------------------	---------	-------	-------------------	---------------------	--

**KETERANGAN SAMPUL DEPAN**

Endapan laterit pada saprolit yang mengandung *boxwork* urat silika di Daerah Dosay, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua

Terakreditasi sebagai Majalah Berkala Ilmiah Nomor : 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015

Buletin Sumber Daya Geologi merupakan Makalah berkala ilmiah terakreditasi LIPI bidang geologi, geofisika, geokimia, pertambangan dan bidang ilmu kebumihan lainnya yang terkait. Makalah ini terbit tiga nomor dalam satu tahun pada bulan Mei, Agustus dan November.

### DEWAN REDAKSI

<b>Editor In Chief</b>	Ir. Denni Widhiyatna, M.T
<b>Managing Editor</b>	Dra. Ella Dewi Laraswati Retno Rahmawati Lestari, S.Si Eko Suryanto, S.Kom Resmi Novianti, S.T Rijal Ahmad Taufik, S.T Ernawati, A.md
<b>Editorial Board</b>	Ir. Herry Rodiana Eddy, M.Si Joko Parwata, S.T., M.E Ir. Prima Muharam Hilman, M.Sc Ir. Dwi Nugroho Sunuhadi Ir. Asep Suryana Ir. Sri Widodo Ir. Teuku Ishlah Ir. Bambang Pardiarto Dr. Siti Sumilah Rita Susilawati, S.T., M.Sc Ir. Rina Wahyuningsih Fatimah, S.Si., M.Sc. Edi Suhanto, S.Si., M.T Indra Sukmayana, S.T
<b>Peer-Reviewer</b>	Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc Ir. Sabtanta Joko Suprpto, M.T Dr. Ir. Susilohadi Prof. Ir. Mega Fatimah Rosana, M.Sc, Ph.D Prof. Dr. Ir. Binarko Santoso Dr. Adang Saputra, S.T., S.Si., M.Si Dr. Eng. Suryantini, S.T., M.Sc Euis Tintin Yuningsih, S.T., M.T., Ph.D

#### Alamat sekretariat dan pengiriman naskah

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi  
Bagian Tata Usaha  
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254  
Telepon : (022) 520 2698, 522 6270  
Fax : (022) 522 6270, 522 6263  
Email : buletinpsdg@gmail.com  
OJS : buletinsdg.geologi.esdm.go.id



## **PENGANTAR REDAKSI**

Dengan ucapan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, kami hadirkan edisi pertama Buletin Sumber Daya Geologi tahun 2017 ke tangan pembaca. Pada edisi ini kami memuat tulisan dengan topik sumber daya mineral sebanyak tiga makalah, topik sumber daya energi fosil satu makalah dan topik teknologi informasi satu makalah.

Pada topik mineral, tulisan pertama adalah mengenai prospek endapan kromit pada laterit Dosay di Sentani Barat, Pulau Papua. Prospek mineral dalam laterit lainnya juga dimuat dalam tulisan kedua, yakni mengenai prospek nikel laterit di Pulau Gag, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. Tulisan ketiga membahas propek endapan pasir di Pantai Pameungpeuk Garut dalam hubungannya dengan batuan induk.

Pada topik energi fosil, dimuat satu makalah mengenai studi karakteristik rekahan batubara pada eksplorasi gas metana batubara di Cekungan Ombilin, Provinsi Sumatera Barat. Makalah terakhir pada topik teknologi informasi adalah mengenai penerapan aplikasi ArcGIS API dalam pengembangan web berbasis GIS untuk pengelolaan sumber daya geologi.

Pada penerbitan perdana tahun ini, dewan redaksi ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para pemakalah, editor dan mitra bestari atas partisipasi aktif untuk menghadirkan edisi ini. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada semua pihak yang berpartisipasi sehingga buletin ini bisa menyapa para pembaca.

Salam hangat

Dewan Redaksi



### DAFTAR ISI

#### MAKALAH ILMIAH

- 1 - 12      **POTENSI ENDAPAN LATERIT KROMIT DI DAERAH DOSAY, KABUPATEN JAYAPURA, PROVINSI PAPUA**  
*THE POTENTIAL OF LATERITE CHROMITE IN DOSAY AREA, JAYAPURA REGENCY, PAPUA PROVINCE*  
Oleh : Bambang Nugroho Widi
- 13 - 24      **PEMANFAATAN ARCGIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE SEBAGAI ALTERNATIF PENGEMBANGAN WEBGIS NERACA SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA, DAN PANAS BUMI BERBASIS MOBILE**  
*ARCGIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE UTILIZATION AS AN ALTERNATIVE TO DEVELOP MOBILE BASED WEBGIS OF MINERAL, COAL AND GEOTHERMAL RESOURCES BALANCE SHEET*  
Oleh : Firdaus Octavira
- 25 - 38      **POTENSI ENDAPAN PASIR BESI DAN GUMUK PASIR SERTA HUBUNGANNYA DENGAN BATUAN INDUK DI PANTAI PAMEUNGPEUK, KABUPATEN GARUT, PROVINSI JAWA BARAT**  
*SAND DEPOSITS POTENCY AND SAND DUNES AND THE RELATION WITH SOURCE ROCK IN THE BEACH OF PAMEUNGPEUK, GARUT REGENCY, WEST JAVA PROVINCE*  
Oleh : Deny Setiady
- 39 - 53      **KARAKTERISTIK REKAHAN BATUBARA PADA EKSPLORASI GAS METANA BATUBARA DI CEKUNGAN OMBILIN, PROVINSI SUMATERA BARAT**  
*CLEAT CHARACTERISTIC ON COALBED METHANE EXPLORATION IN OMBILIN BASIN, WEST SUMATRA PROVINCE*  
Oleh : Muhammad Abdurachman Ibrahim dan Denni Widhiyatna
- 55 - 70      **CEBAKAN NIKEL LATERIT DI PULAU GAG, KABUPATEN RAJA AMPAT, PROVINSI PAPUA BARAT**  
*LATERITIC NICKEL DEPOSIT ON GAG ISLAND, RAJA AMPAT REGENCY, WEST PAPUA PROVINCE*  
Oleh : Sam Permanadewi, Joko Wahyudiono dan Armin Tampubolon

#### ABSTRAK MAKALAH

Oleh : Redaksi

#### GALERI FOTO

Oleh : Eko Suryanto, S.Kom

#### PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi





## POTENSI ENDAPAN LATERIT KROMIT DI DAERAH DOSAY, KABUPATEN JAYAPURA, PROVINSI PAPUA

### *THE POTENTIAL OF LATERITE CHROMITE IN DOSAY AREA, JAYAPURA REGENCY, PAPUA PROVINCE*

**Bambang Nugroho Widi**

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi  
widizero@yahoo.com

#### **ABSTRAK**

Keberadaan mineral kromit di Wilayah Dosay, Kecamatan Sentani Barat, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua, merupakan temuan baru yang menarik untuk di kaji. Indikasi tersebut telah memberikan gambaran baru tentang kondisi mineralisasi yang belum pernah diungkap oleh penyelidik sebelumnya.

Secara geologi Jalur Pegunungan Cycloop tempat indikasi kromit ditemukan terjadi dalam batuan ultrabasa kelompok ofiolit yang merupakan batuan induk (*host rock*) dari kelompok mineral logam jenis kobalt (Co), nikel (Ni), besi laterit (Fe), platinum (Pt), paladium (Pd) dan kromit (Cr).

Metoda penyelidikan meliputi pemetaan geologi, survey geofisika menggunakan *Ground Penetrating Radar* (GPR) dan pengeboran tangan. Hasil penyelidikan tahun 2016 menunjukkan anomali krom cukup signifikan yaitu dari kisaran 1,3% hingga s.d 4,7% Cr dari conto tanah hingga lapukan batuananya (saprolit) atau sekitar 130 kali lipat kelimpahan unsur krom di kerak bumi. Sementara dari unsur logam lainnya seperti kobal, nikel dan besi kehadirannya tidak begitu signifikan.

Adanya indikasi kromit yang kuat di horizon lapisan bagian atas hingga saprolit pada bagian bawah, diharapkan akan menjadi suatu temuan baru yang menarik dan berharga baik secara scientific maupun ekonomi diwilayah ini untuk masa datang.

**Kata kunci:** kromit, laterit, Dosay, ofiolit, Pegunungan Cycloop

#### **ABSTRACT**

*The chromite's mineral occurrences at Dosay area, West Sentani District, Jayapura Regency, Papua, is an exciting new discovery to be reviewed further. Those indication has provided a new perspective on mineralization condition that has never been revealed by the previous researchers, particularly concerning to chromite mineralization in this area.*

*Geologically, the "Cycloop Mountain Ridge" area where the indication chromite were found is include to ultramafic of ophiolite.*

*As we know ophiolite is form host rock of cobalt (Co), nickel (Ni), iron laterit (Fe), platinum (Pt), Paladium (Pd) dan chromite (Cr). Chromite occurs in ophiolite ultramafic group of "Cycloop Mountain" . The survey method comprises geological mapping, geophysical survey using GPR and hand auger drilling. Survey result 2016, show that chromite content within soil to saphrolite has significantly value with range from 1.3% to 4,7 %.*

*This anomaly reach the highest grade until 130 times compared to abundance of chromite from earth crust. Meanwhile, other element such as cobalt, nickel and iron, its presence were not significant.*

*The presence of chromite with highly grade from the upper part till saphrolite of soil horizon, within laterite become new finding and it is expected will give a new precious perspective, in scientific field as well as economic viewpoint in the future*

**Keywords:** chromite, laterite, Dosay, ophiolite, Cycloop Mountain

## PENDAHULUAN

Jalur Pegunungan Cycloop merupakan salah satu bagian dari jalur tektonik cukup kompleks di Papua yang di dalamnya terkandung potensi mineral sangat beragam. Jalur tektonik ini dikenal dengan nama Sesar Sorong (masukkan acuannya). Secara geologi jalur ini memiliki karakteristik tempat terbentuknya kelompok batuan ofiolit sebagai *host rock* mineralisasi kobalt (Co), nikel (Ni), besi (Fe), platinum (Pt), paladium (Pd) dan kromit (Cr).

Tulisan ini membahas hasil penyelidikan tahun 2016 di daerah ini diketahui adanya anomali kromit cukup signifikan yang mencapai hingga 4,7% Cr yang berasal dari lapukan batuan (saprolit). Lokasi penyelidikan mineralisasi kromit terletak di Kampung Dosay, Kecamatan Sentani Barat, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua (Gambar 1).



**Gambar 1.** Lokasi daerah penyelidikan

Kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) merupakan mineral oksida bersenyawa dengan besi yang berasosiasi dengan nikel dan kobalt serta

timah hitam dinamakan *crocoite* ( $\text{PbCrO}_4$ ), yang berwarna merah orange.

## METODA PENYELIDIKAN

Metoda yang digunakan meliputi pemetaan geologi permukaan dan bawah permukaan. Pemercontaan pada pemetaan geologi permukaan dilakukan dengan *stripping* atau cara kupasan, sedangkan pada pemetaan bawah permukaan disertai pemercontohan dilakukan dengan pemboran dangkal menggunakan bor tangan (Gambar 2).



**Gambar 2.** Pemercontaan dengan menggunakan bor tangan (atas) maupun dengan cara "*stripping*" atau kupasan (bawah).

Untuk analisis kimia conto diambil dengan cara di *quartering* terlebih dulu. Prosedurnya setiap satu meter kedalaman conto di *quartering*, kemudian yang terakhir diambil untuk conto komposit (Gambar 3) sebanyak sekitar 500 gram.



**Gambar 3.** Kegiatan *quartering* conto dari hasil *hand auger*

Dalam melakukan analisis laboratorium yaitu pemeriksaan secara kimia dengan metoda AAS di Laboratorium Kimia Mineral, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara, dan Panas Bumi (PSDMBP) untuk conto tanah dan conto batuan terdiri dari unsur kobalt (Co), nikel (Ni), besi (Fe) dan krom (Cr).

**GEOLOGI**

Geologi daerah penyelidikan disusun oleh batuan ultrabasa terdiri dari peridotit-dunit, yang sebagian besar terserpentinisasi. Peridotit, dunit maupun gabro memiliki sebaran cukup luas, hampir ± 80% dari wilayah yang ada, selebihnya adalah endapan aluvium (rawa).

Hampir seluruh batuan ultrabasa-basa yang ada telah mengalami laterisasi kuat. Singkapan ultrabasa (Gambar 4a), kemudian mengalami pelapukan lanjut menjadi laterit (Gambar 4b). Indikasi mineralisasi ditandai oleh adanya ubahan pada batuan ultrabasa (peridotit, dunit) yang terserpentinisasi dengan kuat.



**Gambar 4.** a) Singkapan Batuan ultrabasa di daerah penyelidikan. b) Singkapan laterit di daerah penyelidikan

Kemudian oleh pengaruh gaya eksogen batuan mengalami proses pelapukan dan akhirnya menjadi laterit. yang secara megaskopis ciri-ciri fisik yang berwarna tanah coklat kemerahan hingga kekuningan. Perubahan warna terjadi secara gradasi kearah kedalaman hingga batas saprolit, dari kuning kecoklatan, coklat tua hingga coklat kemerahan (Gambar 6a). Pada beberapa tempat selain sikuen tanah laterit, terdapat pula struktur *boxwork* yaitu tanah laterit pada kondisi saprolit sebagian terisi urat-urat silika dengan ketebalan beberapa centimeter hingga satu centimeter (Gambar 6b).

Daerah dengan intensitas kuat laterit berada pada lokasi bagian tengah mengarah kearah utara (barat daya).

Wilayah dengan kondisi laterit tebal adalah wilayah dengan kemiringan topografi tidak curam dan tidak landai sekali.

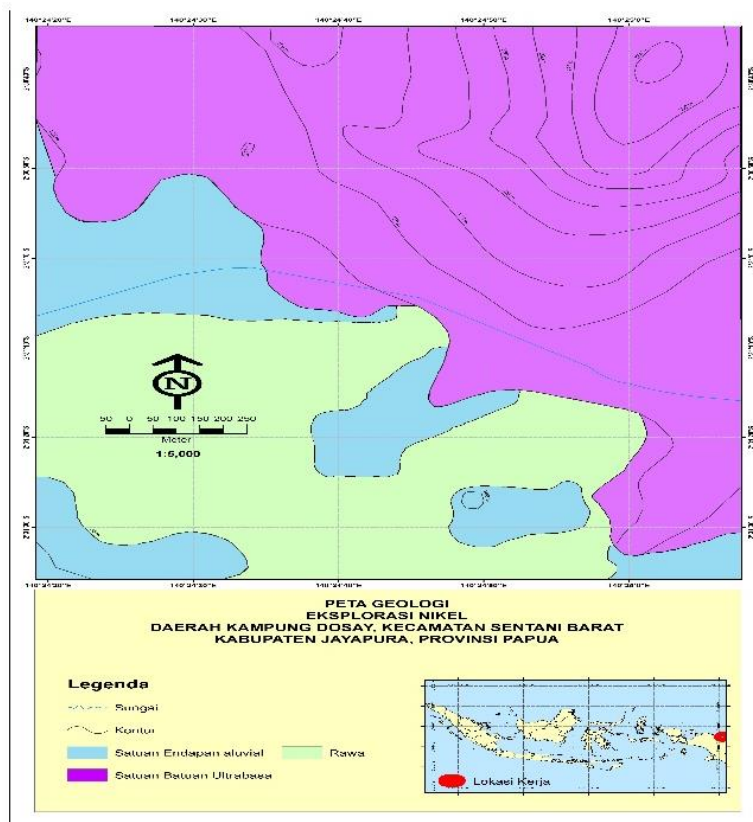
Mineralisasi di wilayah Dosay, Sentani Barat ini merupakan sebagian dari daerah mineralisasi kompleks ofiolit Pegunungan Cycloop.

## HASIL ANALISIS

Hasil analisis kimia dari conto tanah dengan empat jenis unsur logam yang dianalisis,

unsur yang paling menonjol adalah krom (Tabel 1). Bijih kromit tidak muncul secara jelas dipermukaan namun indikasi yang menonjol di diperoleh dari hasil analisis laboratorium.

Berikut adalah beberapa perbandingan hasil analisis unsur krom dengan unsur lainnya (Tabel 2). Pada tabel tersebut tampak terlihat jelas adanya perbedaan yang cukup kontras antara krom dan kobal, besi maupun nikel.



Gambar 5. Peta geologi di daerah penyelidikan



Gambar 6. Endapan laterit pada saprolit (a) yang mengandung boxwork urat silika di daerah penyelidikan

Tabel 1. Hasil analisis kimia tanah laterit

No.	METODA (Method)		AAS				
	Kode Conto	Kedalaman	Co ppm	Ni ppm	Fe ppm	Cr ppm	Cr %
1	JPR/16/MN/001/S	0-1	31	517	6,31	289	-
2	JPR/16/MN/001/S	1-2	32	566	8,46	349	-
3	JPR/16/MN/001/S	2-3	33	508	8,38	285	-
4	JPR/16/MN/001/S	Komposit	33	522	7,37	313	-
5	JPR/16/MN/002/S	0-1	33	218	8,02	675	-
6	JPR/16/MN/002/S	1-2	31	205	8,35	800	-
7	JPR/16/MN/002/S	Komposit	33	211	8,16	691	-
8	JPR/16/MN/003/S	0-1	32	230	8,29	1110	-
9	JPR/16/MN/003/S	1-2	35	193	7,66	454	-
10	JPR/16/MN/003/S	2-3	32	192	6,62	248	-
11	JPR/16/MN/003/S	Komposit	34	220	7,78	689	-
12	JPR/16/MN/004/S	0-1	390	2248	27,23	-	1,60
13	JPR/16/MN/004/S	1-2	135	1687	55,72	-	1,30
14	JPR/16/MN/004/S	2-3	521	2475	26,95	-	1,60
15	JPR/16/MN/004/S	3-4	629	2538	27,07	-	2,90
16	JPR/16/MN/004/S	4-5	892	4285	27,06	-	4,70

Tabel 2. Perbandingan kandungan unsur Cr terhadap Co, Ni dan Fe

Kode Conto	Kedalaman meter	Co ppm	Ni ppm	Fe %	Cr ppm	Cr %
JPR/16/MN/004/S	0-1	390	2248	27,23	-	1,60
JPR/16/MN/004/S	1-2	135	1687	55,72	-	1,30
JPR/16/MN/004/S	2-3	521	2475	26,95	-	1,60
JPR/16/MN/004/S	3-4	629	2538	27,07	-	2,90
JPR/16/MN/004/S	4-5	892	4285	27,06	-	4,70
JPR/16/MN/004/S	Komposit	445	2443	26,18	-	2,30
JPR/16/MN/017/S	0-1	146	1617	23,14	-	2,20
JPR/16/MN/017/S	1-2	99	1279	17,05	-	1,40
JPR/16/MN/017/S	2-3	75	1004	11,95	9830	-
JPR/16/MN/017/S	Komposit	108	1353	17,6	-	1,50

PEMBAHASAN

Secara tektonik daerah Dosay disusun oleh batuan dari kelompok *Ofolit Pegunungan Cycloop*, yang merupakan bagian sistim subduksi besar yang membentang dari arah tenggara (bagian utara Jayapura) hingga ke arah barat laut (utara Kepala Burung).

Berdasarkan proses pembentukannya endapan laterit memiliki beberapa zona dengan ketebalan dan kadar yang bervariasi antara satu daerah dengan daerah lainnya. Daerah yang mempunyai intensitas pengkekan tinggi akan mempunyai profil ketebalan tanah maupun saprolit lebih besar dibandingkan dengan intensitas pengkekan yang lebih rendah. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan mineralisasi laterit di daerah penyelidikan:

- a. Batuan asal  
Batuan asal seperti ultra basa merupakan batuan utama pembentukan unsur Co, Ni, Fe, Cr, Pt, dan Pd. Di daerah penyelidikan batuan ultra basa dari hasil analisis menghasilkan unsur Ni, Co, Fe dan Cr. Hasil analisis tersebut menunjukkan unsur Cr muncul secara menonjol (4,7 % Cr). Sementara unsur lain tidak menonjol (lihat tabel 1 dan 2).
- b. Struktur  
Struktur pada zona laterit di wilayah ini yang dapat dikenal dengan struktur *fracture* atau rekahan dan struktur kekar (*joint*). Struktur tersebut akan mempercepat proses pelapukan yang menyebabkan penguraian unsur dalam batuan. Struktur merupakan penentu dalam pembentukan porositas dan permeabilitas, sehingga memudahkan

masuknya air sehingga proses pelapukan, pelarutan dan pengayaan terjadi lebih intensif.

**c. Iklim**

Wilayah Papua merupakan iklim tropis yang panas, sehingga pergantian panas dan hujan mempercepat terjadinya proses pemisahan dan akumulasi unsur-unsur tertentu seperti Cr maupun unsur tertentu lainnya.

Perbedaan temperatur yang cukup ekstrim di wilayah ini membantu terjadinya mekanisme proses pelapukan, yang diawali dari rekahan-rekahan dalam batuan selanjutnya mempermudah reaksi kimia dari batuan menjadi soil.

**d. Topografi**

Morfologi yang landai di wilayah ini memberi dampak yang cukup signifikan bagi pembentukan laterit.

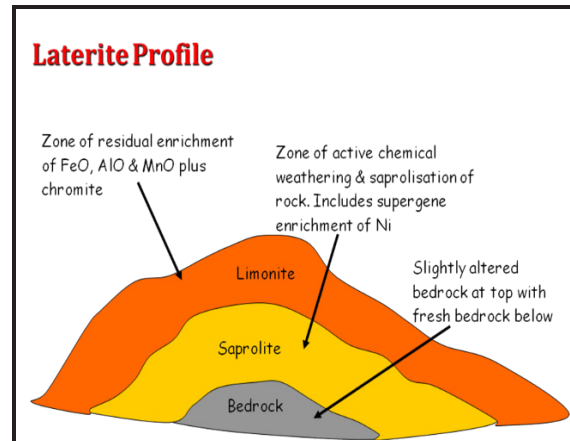
Berdasarkan kenampakan dilapangan morfologi daerah penyelidikan memiliki kemiringan lereng < 20°. Kondisi ini menjadikan proses ke arah lateritisasi dapat berjalan dengan baik.

Pada daerah-daerah curam proses lateritisasi tidak berjalan dengan baik karena sirkulasi air bawah permukaan tidak memiliki kesempatan bereaksi dengan batuan yang dilewatinya.

Jadi pembentukan laterit di Dosay terjadi pada topografi yang relatif landai, dengan kemiringan topografi di < 20°. Kondisi ideal adalah *undulating* atau melandai dengan kemiringan lereng 10° hingga 20° yang berarti tidak curam dan tidak datar. Kriteria ini terdapat di daerah penyelidikan Dosay.

Secara umum konsep pendekatan yang di gunakan untuk menjelaskan proses pembentukan (genesis) mineralisasi laterit di wilayah ini merujuk kepada Ahmad.W, (2006) yang dinyatakan dalam beberapa

zona laterit yaitu zona soil (limonit) bagian atas, zona saprolit dan batuan dasar (Gambar.7)



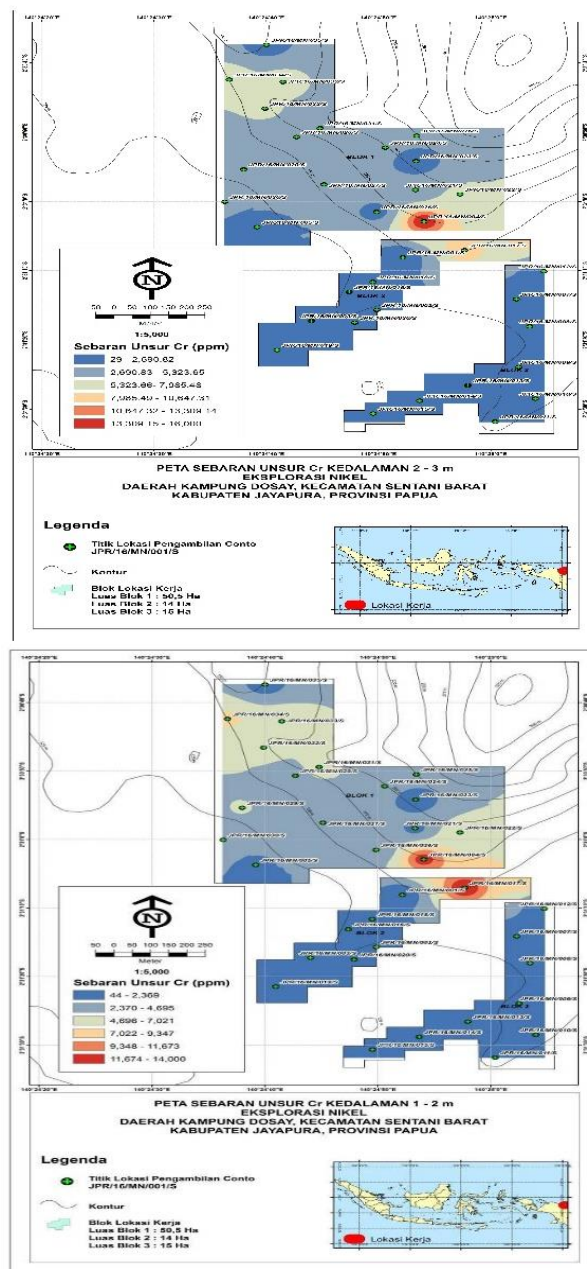
**Gambar 7.** Profil sederhana pola pembentukan endapan laterit (Ahmad.W, 2000)

Hasil analisis kadar kromit menunjukkan adanya peningkatan kearah kedalaman (Tabel 2). Peningkatan kadar ini cukup mencolok dibandingkan dengan unsur lainnya. Berdasarkan pada pola yang ada diharapkan pada kedalaman tertentu akan ditemukan adanya bijih kromit (dalam bentuk lapisan atau *pocket*).

Sebaran secara horizontal anomali kromit dapat dilihat pada Gambar 8 dan endapan laterit di lokasi JPR 16/MN/004/S tampak terlihat adanya peningkatan unsur Co, Ni dan Cr (Gambar 9).

Kode Lokasi Conto	Depth	Co ppm	Ni ppm	Fe		Cr	
				%	%	%	%
JPR/16/MN/004/S	0-1	390	2248	27.23	1.60		
JPR/16/MN/004/S	1-2	135	1687	55.72	1.30		
JPR/16/MN/004/S	2-3	521	2475	26.95	1.60		
JPR/16/MN/004/S	3-4	629	2538	27.07	2.90		
JPR/16/MN/004/S	4-5	892	4285	27.06	4.70		

**Gambar 8.** Hubungan profil laterit dan kandungan hasil unsur Co, Ni, Fe dan Cr di daerah penyelidikan Dosay



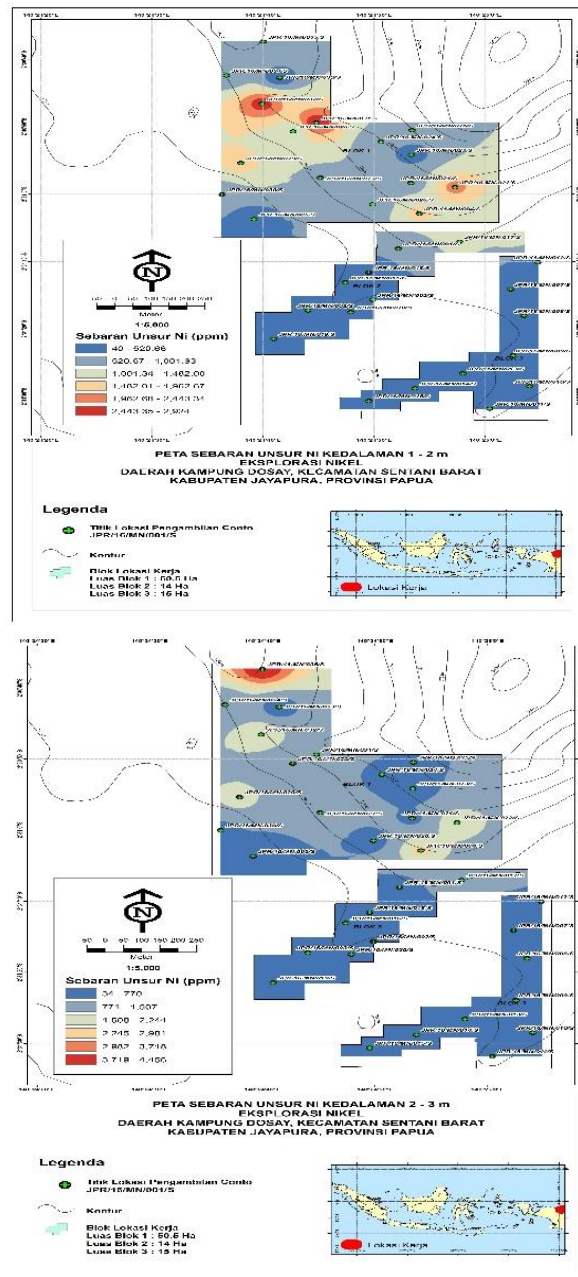
Gambar 9. Peta sebaran anomali unsur Cr daerah penyelidikan (atas dan bawah)

Sementara pada unsur lain seperti Co, Ni dan Fe, tidak menunjukkan adanya pola yang konsisten seperti kromit. Sebagai contoh nikel memiliki kadar yang tinggi pada kedalaman 1 s.d 2 meter, namun pada kedalaman yang lebih besar 2 s.d 3 meter, kadar nikel berangsur menurun dan akhirnya menghilang (Gambar 10).

Potensi sumber daya endapan laterit kromit di daerah penyelidikan dengan asumsi luas wilayah anomali Cr 79.000 m<sup>2</sup>

ketebalan rata-rata 3 meter dan berat jenis 2,6 sekitar 616.200 kg dengan kadar berkisar antara 0,7% s.d 2,2% Cr (Gambar 11).

Pada tahun 2017 di daerah prospek tersebut telah dilakukan survei geofisika menggunakan metoda GPR dengan jalur pengukuran L1-L6 berarah SE-NW dan L.7-L.9 berarah NE-SW (Gambar 12).

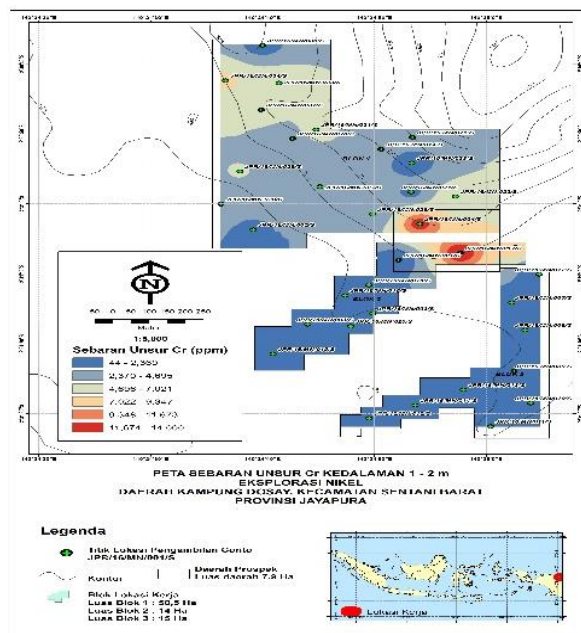


Gambar 10. Peta sebaran anomali unsur Ni daerah penyelidikan (atas dan bawah)

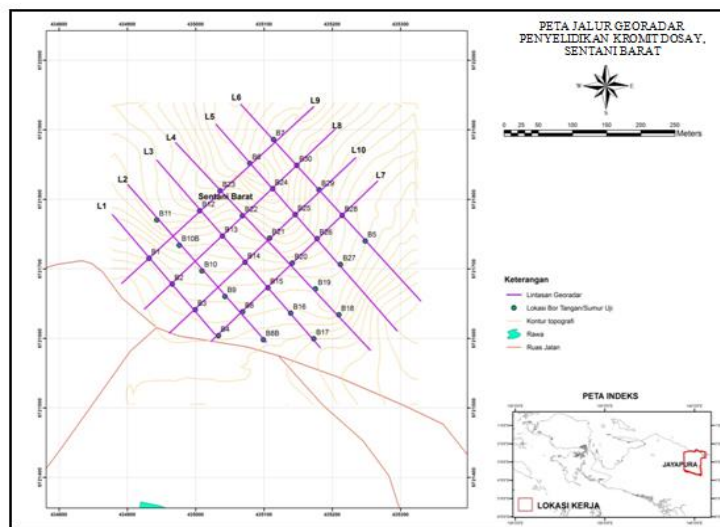
Salah satu lintasan GPR yaitu pada L.2 *image* penampang georadarnya (GPR) memberikan gambaran cukup menarik (Gambar 13). Irisan penampang L.2 tersebut (arah SE-NW) terlihat adanya zona hancuran pada zona tersebut dari hasil pengeboran mencapai kedalaman 18

meter. Berdasarkan hasil pembacaan GPR maka diketahui zona atas (soil) adalah sekitar 2 s.d 3 meter, kemudian kedalaman 3 s.d 15 meter berada pada/termasuk zona limonit, dan pada kedalaman 15 s.d 18 meter berada zona saprolit (Azis, dkk., 2017).





Gambar 11. Peta daerah prospek endapan Cr di daerah penyelidikan



Gambar 12. Jalur Pengukuran Geofisika (GPR) di penyelidikan

Hasil analisis kimia unsur Cr merupakan unsur paling menonjol yang memiliki lonjakan anomali cukup fantastik mencapai hampir 130 kali dari kelimpahan unsur Cr kerak bumi (kelimpahan di kerak bumi Cr 350 ppm, Anonim, 2007). Dibandingkan dengan cebakan di Daerah Ramu, Kurumbukari, Papua New Guinea (Gambar 14).

Genesa endapan mineral kromit umum

terjadi pada lingkungan *ofiolite*, batuan ultrabasa (dunit dan peridotit).

Menurut Wang Xibin dan Bao Piesheng, 1987, Kromit-dunit-hasburgit keduanya merupakan hasil dari perbedaan tingkat pelelehan sebagian pyrolit primer (spinel-lherzolit), sedangkan kromit-dunit merupakan produk akhir dari pelelehan parsial yang pyrolit primer dengan suhu yang lebih tinggi.

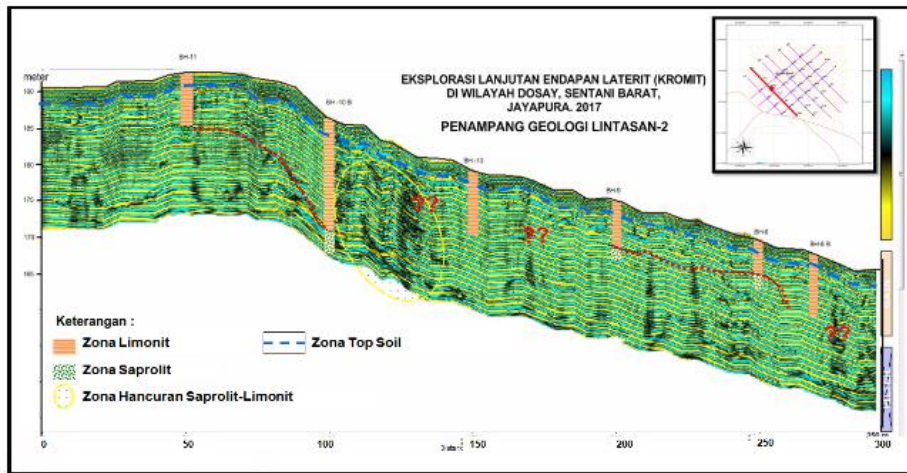
Secara tektonik mineralisasi kromit di daerah Dosay terjadi dan terbentuk bersamaan waktu pada saat terbentuk batuan ultrabasa dari kelompok Ofiolit Pegunungan Cycloop, yang merupakan bagian sistem subduksi besar yang membentang dari arah tenggara (bagian utara Jayapura) hingga ke arah barat laut (utara Kepala Burung).

Subduksi besar tersebut adalah *New Guinea Trench* tempat Lempeng Laut Caroline bertumbukan dengan Pulau Papua yang merupakan bagian dari *Australian craton* di Kapur Akhir (Pigram and Davies, 1987; Davies et al., 1996

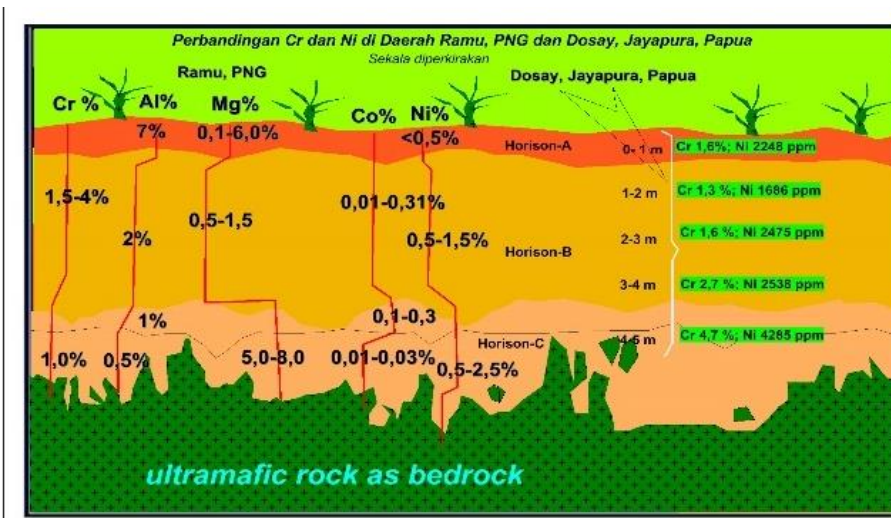
dalam Hugh L. Davies, 2011), dalam peta oleh Randall Betuela (Gambar 15).

Pada posisi tektonik yang sama di wilayah PNG ditemukan endapan ekonomis berasal dari batuan induk ultrabasa tepatnya di wilayah Ramu, Kurumbukari Madang (Randall Betuela, 2011).

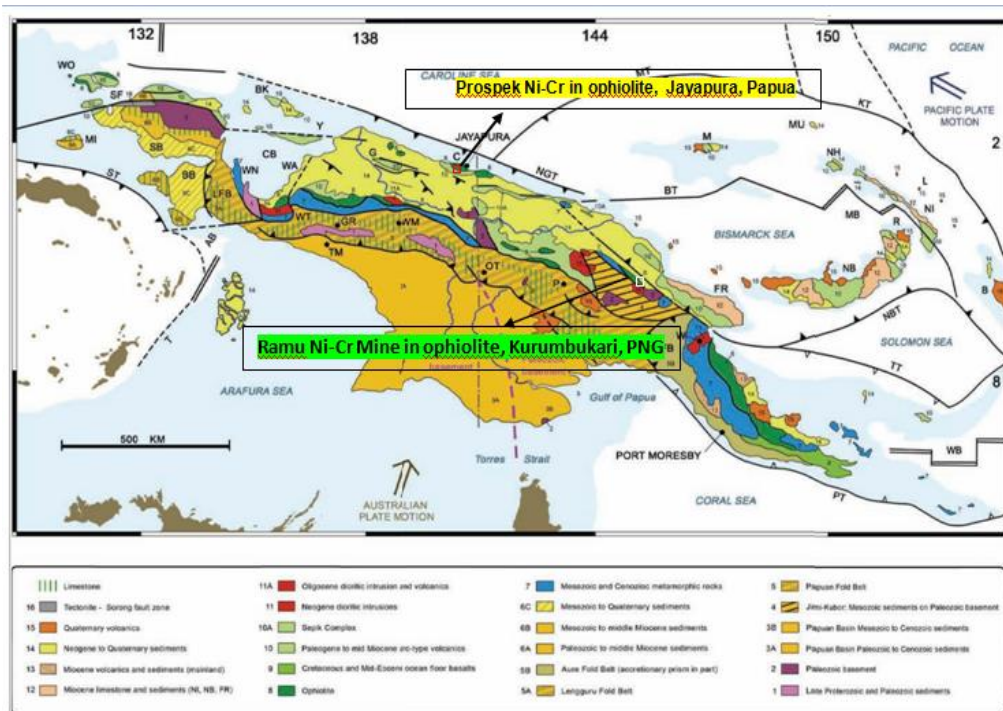
Melihat fenomena yang menarik di wilayah Papua bagian timur ini, tidak menutup kemungkinan di wilayah timur lainnya seperti di Lembah Memberamo ke arah barat mempunyai kandungan logam seperti Co, Cr, Ni, Pt dan Pd yang sangat potensial.



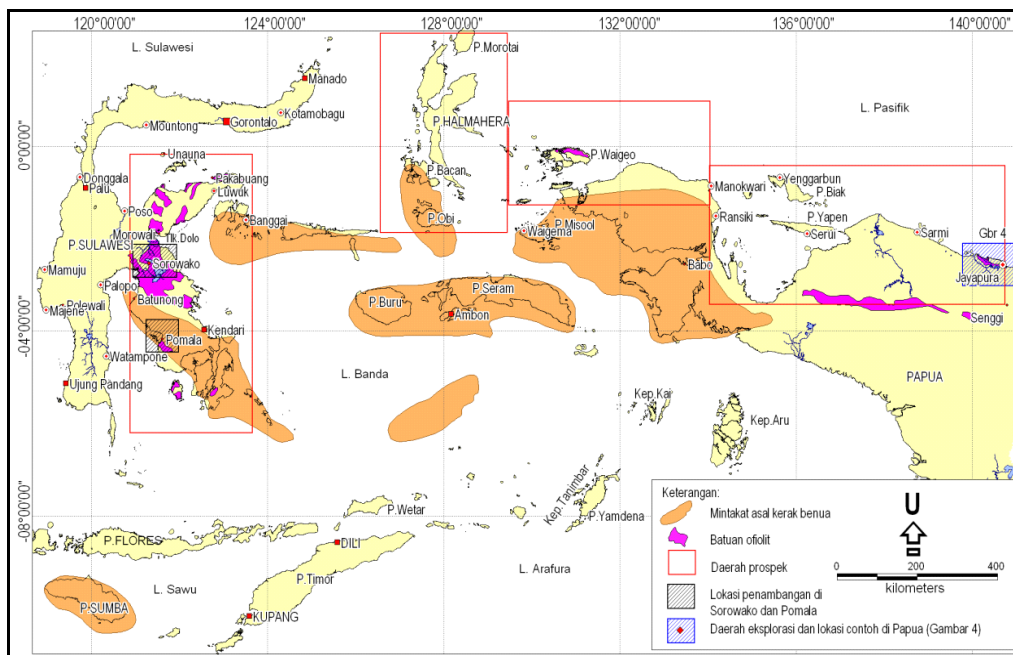
**Gambar 13.** Penampang georadar (GPR) memberikan gambaran pola lapisan laterit di daerah penyelidikan



**Gambar 14.** Perbandingan kadar kromit-nikel di Ramu, PNG dan Dosay Papua (Sumber : High Land Pacific Inc, 2014)



Gambar 15. Peta Geologi dan Tektonik Pulau Papua, (Randall Betuela 2011)



Gambar 16. Peta tektonik dan sebaran batuan ofiolit mengandung nikel di Kawasan Timur Indonesia (Anonim, 2003)

Oleh karena itu secara geologi wilayah ini memiliki hamparan ofiolit yang sangat luas (Gambar.16) sehingga perburuan eksplorasi logam seperti Cr, Ni, Co, Fe, Pt dan Pd di wilayah Indonesia timur (Papua) sangat dimungkinkan (Ediar Usman., 2011).

**KESIMPULAN**

Endapan laterit kromit didaerah Dosay terdapat pada batuan ultrabasa-basa jenis dunit dan peridotit yang terserpentinisasi kuat dengan kadar 0,7% s.d 2,2% Cr pada lokasi tertentu (JPR/16/MN/004/S) Cr

mencapai kadar hingga 4,7%. Penemuan ini diharapkan dapat menjadi pemicu dalam melakukan eksplorasi kromit pada wilayah-wilayah lain yang belum terjamah secara infrastruktur. Dengan melakukan pengkajian kembali secara lebih mendalam pada wilayah-wilayah batuan ultrabasa seperti di Wilayah Memberamo dan sekitarnya dan di daerah lain pada umumnya diharapkan dapat ditemukan endapan kromit yang baru dan potensial.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kepala Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Kepala Bidang Mineral dan Kepala Sub Bidang Mineral logam serta rekan-rekan kerja yang telah memberikan masukan dan saran-saran sehingga tulisan ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada tim editor yang telah membantu dalam penyempurnaan makalah dan kepada dewan redaksi atas dimuatnya makalah dalam buletin ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. Atlas Geologi dan Potensi Sumber Daya Mineral-Energi Kawasan Indonesia, Skala 1:10.000.000, Laporan Intern Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Ahmad, Waheed., 2006. Laterite : Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterit Information. PT. International Nickel Indonesia: Sorowako, South Sulawesi
- Anonim, 2007. List of Periodic Table Elements Sorted by Abundance in

- Earth's crust". Israel Science and Tech. Home page. Retrieved -04-15
- Anonim,, 2014. Ramu Nickel Project, Kurumbukari, Papua New Guinea. High Land Pacific Inc.
- Anonim, 2014, Industrial Mineral Forums and Research. 2014
- Azis Yudi, Bambang N. Widi dan Dzil M. Heditama, 2017. Laporan Eksplorasi Umum Tahap II Endapan Kromit di Daerah Dosay, Sentani Barat, Jayapura, Papua dengan metoda geofisika dan geologi rinci, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi.
- Bambang N.W, 2016. Eksplorasi Nikel di Kecamatan Sentani Barat, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Ediar Usman., 2011. Prospek Pengembangan Sumber Daya Nikel Laterit di Kawasan Indonesia Timur, Prospek pengembangan Sumber Daya Nikel Laterit di Kawasan Indonesia Timur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Hugh L. Davies., 2011. The geology of New Guinea – the Cordilleran margin of the Australian continent, *Earth Sciences, University of Papua New Guinea, PO Box 414*, University NCD, Papua New Guinea.
- Randall Betuela 2011. The Tectonic and Geology of Papua New Guinea.
- Simandjuntak, T.O., 2003. Peta Tektonik Neogen, Pusat Survei Geologi, 2003.
- Wang xibin dan Bao Piesheng., 1987. Genesis of Podiform Chromite Deposits Evidence from the Luobosa Chromite Deposits, Tibet, *Acta Geologica Sinica*, Vol.61, Page 77-94. <https://maps.google.co.id/>

Diterima	: 4 Mei 2017
Direvisi	: 19 Mei 2017
Disetujui	: 31 Mei 2017

## PEMANFAATAN ARCGIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE SEBAGAI ALTERNATIF PENGEMBANGAN WEBGIS NERACA SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA, DAN PANAS BUMI BERBASIS MOBILE

### ARCGIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE UTILIZATION AS AN ALTERNATIVE TO DEVELOP MOBILE BASED WEBGIS OF MINERAL, COAL AND GEOTHERMAL RESOURCES BALANCE SHEET

Firdaus Octavira

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi  
f.octavira@gmail.com

#### ABSTRAK

Kebutuhan akan WebGIS dewasa ini sudah sangatlah penting. Tingkat mobilitas pengguna juga bertambah secara drastis seiring kemajuan teknologi. Salah satu GIS-API (*Geographic Information System - Application Programming Interface*) yang cukup populer adalah ArcGIS API yang digunakan untuk membangun aplikasi GIS yang di-customized. Neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi disusun berdasarkan titik koordinat keterdapatannya sehingga dapat dimodelkan dengan menggunakan WebGIS. Implementasi WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi yang saat ini ada ternyata belum sepenuhnya mengakomodasi kebutuhan pengguna yang ingin mengakses dengan menggunakan perangkat mobile-nya. Oleh sebab itu, dilakukan pencarian alternatif lain dalam pengembangan WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi dengan menggunakan ArcGIS API.

**Kata kunci:** GIS, WebGIS, API, ArcGIS API, Neraca Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, *Mobile*

#### ABSTRACT

Today, WebGIS has become very important web application. The advances of technology make people mobile much more than before. So users will need to access WebGIS from their mobile devices. One of the most popular GIS API (*Geographic Information System - Application Programming Interface*) is ArcGIS API to create custom GIS application. The capital data of mineral, coal, and geothermal resources is based on the coordinates of its resources so can be modeled using WebGIS. Currently, WebGIS of mineral, coal, and geothermal resources balance sheet has not supported to be accessed via mobile device. So, we need other alternatives for WebGIS of mineral, coal, and geothermal resources balance sheet development by using ArcGIS API.

**Keywords:** GIS, WebGIS, API, ArcGIS API, Balance sheet of mineral, coal, and geothermal resources, *Mobile*

## PENDAHULUAN

WebGIS adalah aplikasi GIS atau pemetaan digital yang memanfaatkan jaringan Internet sebagai media komunikasi yang berfungsi mendistribusikan, mempublikasikan, mengintegrasikan, mengkomunikasikan dan menyediakan informasi dalam bentuk teks, dan peta digital serta menjalankan fungsi-fungsi analisis dan *query* yang terkait dengan GIS melalui jaringan internet (Prahasta, 2007). API (*Application Programming Interface*) merupakan sekumpulan *routines*, *protocols* dan *tools* untuk membangun sebuah aplikasi perangkat lunak. Salah satu GIS-API yang cukup populer adalah ArcGIS API yang digunakan untuk berinteraksi dengan perangkat lunak ArcGIS. API ini digunakan untuk menanamkan sebuah *map* dan *tasks* dalam sebuah *web application*.

ArcGIS adalah sebuah paket perangkat lunak (*platform*) dari ESRI yang menyediakan alat kontekstual untuk pemetaan dan analisis spasial sehingga pengguna dapat menjelajahi data berbasis lokasi. ArcGIS menawarkan seperangkat kemampuan unik untuk menerapkan analisis berbasis lokasi dan visualisasi data spasial melalui peta. Perangkat lunak ini sangat populer di kalangan pengguna GIS, dan merupakan salah satu perangkat lunak GIS yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Saat ini, ArcGIS telah dirilis hingga versi ArcGIS 10.

Neraca Sumber Daya Mineral dan Batubara adalah alat evaluasi sumber daya mineral dan batubara, yang menyajikan cadangan awal, perubahan/pemanfaatan dan tingkat kerusakan lingkungan akibat eksploitasi sebagai faktor degradasi lingkungan dan pembiayaannya, serta keadaan akhir dalam bentuk tabel dan peta penyebaran sumber daya mineral dan batubara (SNI 6728.4-2015). Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), Badan Geologi, merupakan salah satu instansi pemerintah yang berada di bawah Kementerian Energi dan Sumber Daya

Mineral yang memiliki tugas untuk menyelenggarakan penelitian, penyelidikan dan pelayanan di bidang sumber daya mineral, batubara dan panas bumi. Penyusunan Neraca Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi adalah salah satu fungsi PSDMBP.

Perkembangan teknologi yang begitu pesat menjadikan informasi menjadi sebuah kebutuhan. Kemudahan dan kecepatan akses informasi serta *compatibility* terhadap berbagai jenis perangkat kini menjadi sangat penting bagi masyarakat.

Sejak tahun 2007, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (sebelumnya Pusat Sumber Daya Geologi/PSDG) telah mulai mengembangkan WebGIS data neraca mineral, batubara, dan panas bumi. Kemudian pada tahun 2012-2013 WebGIS tersebut mengalami *upgrade* dengan teknologi yang ada pada masa itu, dan sampai tahun 2017 ini, belum dilakukan *upgrade* teknologi dengan mengacu pada teknologi terkini.

Pada saat ini tingkat mobilitas masyarakat begitu tinggi, seringkali masyarakat mengakses informasi melalui perangkat *mobile* dan versi WebGIS PSDMBP yang ada sekarang, dari sisi tampilan, belum mengakomodasi untuk diakses melalui perangkat *mobile*. Oleh karena itu dilakukan pencarian teknologi alternatif untuk mengakomodasi kebutuhan pengaksesan WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi secara *mobile*. ArcGIS-API dipilih karena selama ini server ArcGIS milik PSDMBP dianggap masih kurang maksimal pemanfaatannya. Selain itu, API milik ArcGIS ini sudah memiliki kemampuan untuk menyesuaikan tampilan untuk perangkat pengaksesnya termasuk perangkat *mobile*. Sehingga dengan menggunakan API dari ArcGIS, akan mudah untuk menyesuaikan tampilan, selain itu API ini dapat pula mengambil dan memanfaatkan data dari instansi lainnya yang juga menggunakan server ArcGIS.

**METODOLOGI**

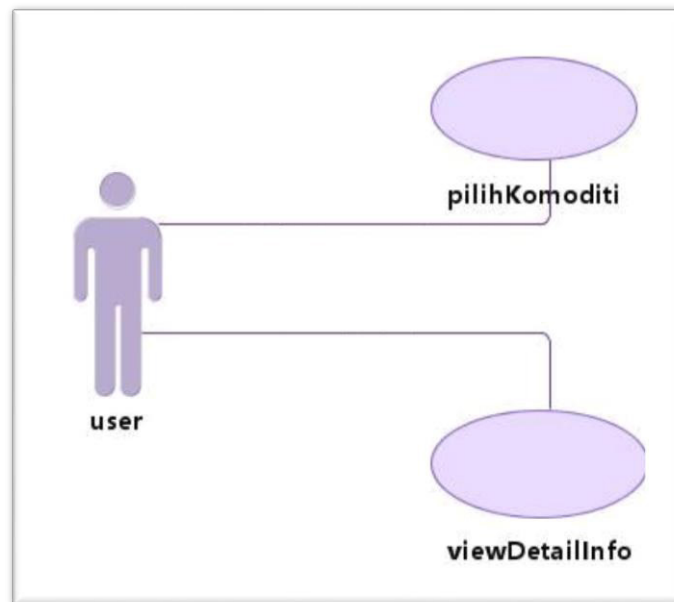
Tahap awal pengembangan WebGIS dengan menggunakan ArcGIS API adalah dengan membuat pemodelan sederhana untuk aplikasi WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan UML (*Unified Modeling Language*).

a. *Use Case Diagram*

*Use Case Diagram* (Gambar 1) adalah gambaran fungsional dari suatu sistem.

Pada rancangan WebGIS yang akan dibangun, user dapat melakukan fungsi pilih komoditi (mineral logam/mineral bukan logam/batubara/panas bumi/bitumen padat/CBM). Kemudian fungsi kedua yang dapat dilakukan oleh user adalah viewDetailInfo dimana pada fungsi ini user memilih (meng-klik) titik ketersediaan komoditi yang tampil di WebGIS.

Tabel 1 menjelaskan mengenai alur skenario untuk fungsi pilihKomoditi. Sedangkan Tabel 2 menjelaskan alur skenario dari fungsi viewDetailInfo.



**Gambar 1.** Use case diagram

**Tabel 1.** Use case scenario : pilihKomoditi

UseCase ID:	1
UseCase Name:	pilihKomoditi
Actors :	User
Description :	Use case ini berfungsi untuk memilih komoditi yang tersedia pada map
Trigger :	User membuka menu komoditi
Preconditions :	User belum memilih 1 pun komoditi yang ada
Postcondition :	Pada map akan muncul letak komoditi yang dipilih
Normal flow	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. User membuka WebGIS</li> <li>2. Sistem menampilkan WebGIS</li> <li>3. User memilih komoditi yang ada pada menu</li> <li>4. Sistem menampilkan letak komoditi yang ada pada map GIS</li> </ol>
Priority :	High
Frequency of use:	High

**Tabel 2.** Use case scenario : viewDetailInfo

Use Case ID:	2
UseCase Name:	viewDetailInfo
Actors :	User
Description :	Use case ini berfungsi untuk menampilkan detail info komoditi yang ditunjuk oleh user pada WebGIS
Trigger :	User mengklik komoditi yang sudah tampil pada WebGIS
Precondition :	User sudah memilih 1 atau lebih komoditi yang ada
Postcondition :	Akan menampilkan detail info dari suatu komoditi pada WebGIS
Normal flow	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. User memilih salah 1 atau lebih komoditi yang tersedia</li> <li>2. Sistem menampilkan letak komoditi tersebut pada WebGIS</li> <li>3. User memilih komoditi dengan mengklik pada simbol</li> <li>4. Sistem menampilkan detail info komoditi yang ada pada map GIS</li> </ol>
Priority :	High
Frequency of use	High

## b. Activity Diagram

*Activity Diagram* adalah diagram yang menggambarkan workflow (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor, yaitu aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem (Gambar 2).

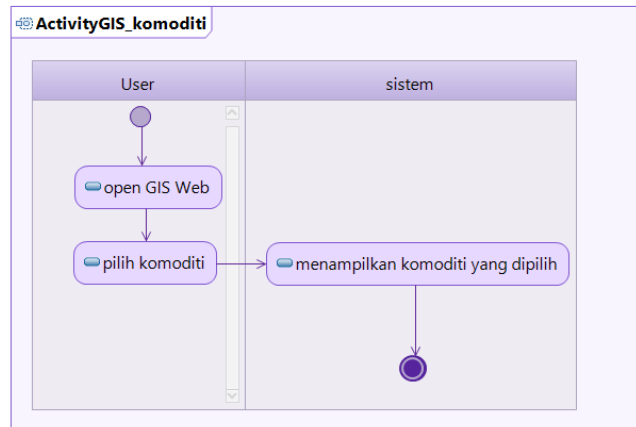
Pada *activity diagram* fungsi pilihKomoditi, *user* pertama kali akan membuka aplikasi WebGIS kemudian *user* akan memanggil fungsi pilihKomoditi, dan sistem akan menampilkan *layer* komoditi yang dipilih oleh *user*. Sedangkan pada *activity diagram* fungsi viewDetailInfo, *user* meng-klik salah satu simbol komoditi yang muncul di layar WebGIS sebagai titik keterdapatn mineral, batubara, atau panas bumi, kemudian sistem akan memanggil fungsi viewDetailInfo yang akan menampilkan info lebih lanjut mengenai titik keterdapatn yang dipilih *user* (Gambar 3).

Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan implementasi WebGIS dengan ArcGIS-API ini antara lain:

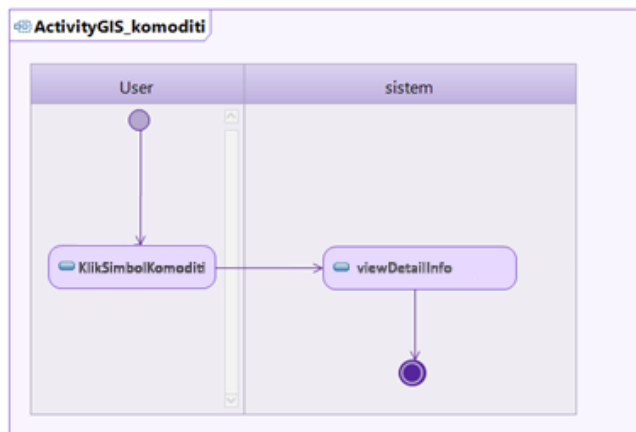
Server ArcGIS, dengan spesifikasi: *Operating System* (OS) 64 bit, dalam hal ini OS yang digunakan adalah Windows Server 2012 R2 standar 64-bit (menggunakan Vmware Workstation 12 Player), b) Python 2.7 (64 bit) di-*install* dengan ArcGIS untuk Server, c) Memory minimal 4GB, dan d) Software Arc-GIS 10.x (menggunakan ArcGIS server 10.2). Sedangkan untuk melakukan pengembangan WebGIS diperlukan beberapa komponen yaitu: a) Bahasa pemrograman *javascript*, html, css, dan php, b) Arc-GIS API, c) Server *apache* (menggunakan xampp) dan d) Notepad++ sebagai IDE (*Integrated Development Environment*).

Web GIS server umumnya menggunakan arsitektur *3-tier* (Gambar 4). Pemilik data akan menyimpan dan mem-*publish* datanya menggunakan web GIS server (dalam hal ini ArcGIS server). Sehingga data spasial dan atributnya dapat diakses melalui internet. Data ini kemudian dapat diintegrasikan dengan teknologi aplikasi yang terus berkembang seperti *mobile application*, *desktop application*, *web application* dan lain-lain.





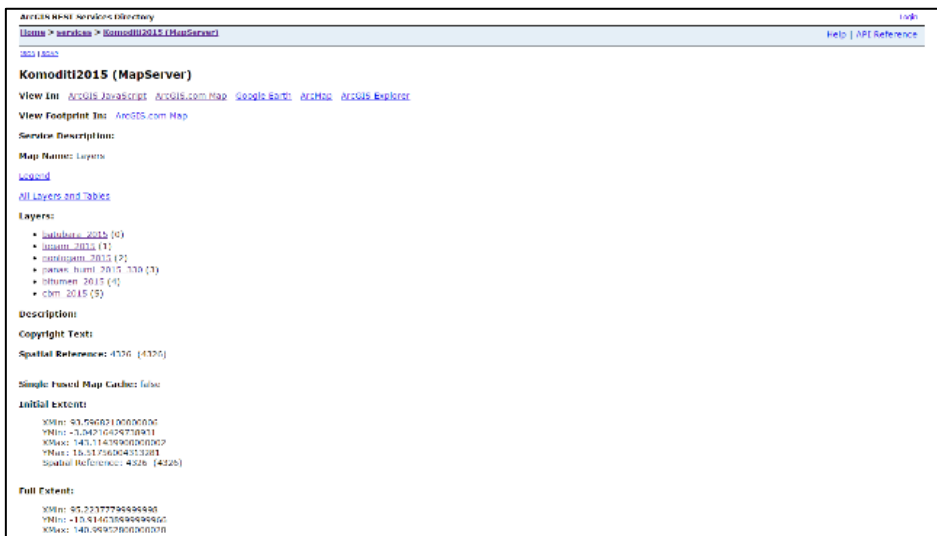
Gambar 2. Activity diagram : pilihKomoditi



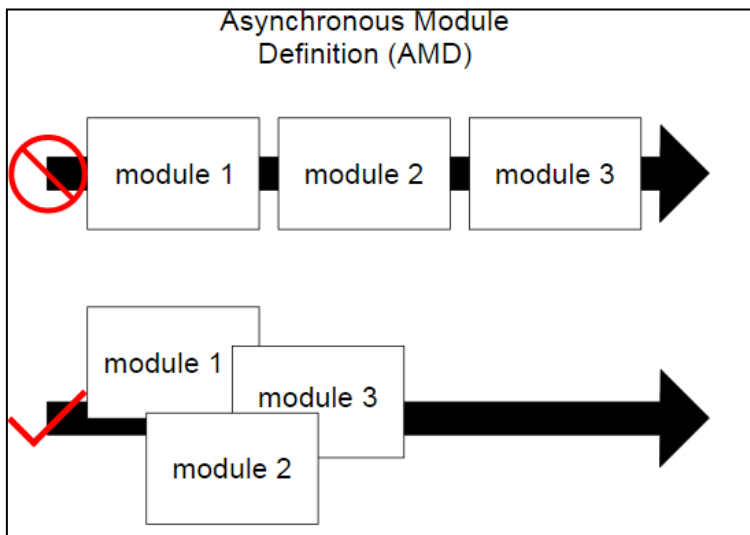
Gambar 3. Activity diagram : viewDetailInfo



Gambar 4. Arsitektur Web GIS server  
 (sumber: <http://schnellinformatics.com/webgisServices.html>)



Gambar 5. Hasil Publikasi data spasial pada ArcGIS server



Gambar 6. AMD mampu memuat lebih banyak modul secara asinkron (Gil Fink 2014)

```

1 <!DOCTYPE html>
2
3 <html lang="en-US">
4   <head>
5     <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
6     <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
7     <link rel="stylesheet" href="css/main.css">
8     <link rel="stylesheet" href="https://js.arcgis.com/3.16/esri/css/esri.css">
9   </head>
10  <body>
11    #tableNode {
12      height: 100%;
13      width: 100%;
14    }
15  </body>
16  <script src="https://js.arcgis.com/3.16/"></script>
17  <title>Geographical Information System</title>
18  <script src="js/main.js"></script>
19
20  <script>
21    var featureLayers = [];
22    var featureTables = [];
23    var map;
24    require([
25      "esri/map",
26      "esri/layers/FeatureLayer",
27      "esri/geometry/Extent",
28      "dojo/parser",
29      "esri/tasks/query",
30      "dijit/layout/ContentPane",
  
```

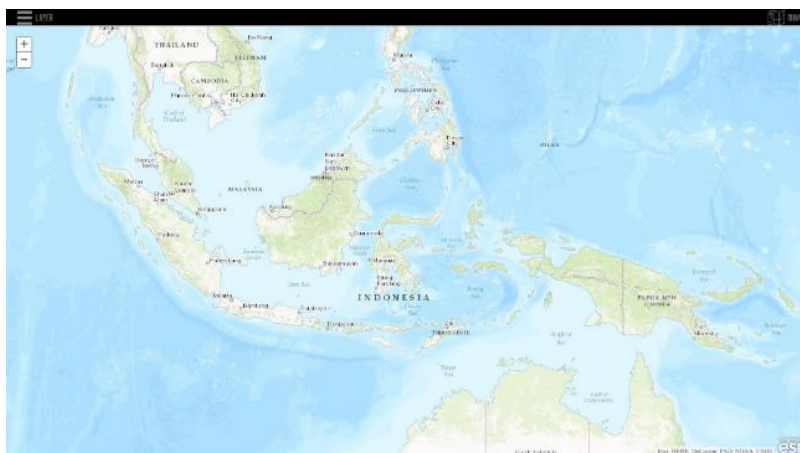
Gambar 7. Potongan kode WebGIS dengan menggunakan API ArcGIS

Setelah data terpublikasi pada ArcGIS server (Gambar 5), kemudian dilakukan pemrograman aplikasi WebGIS. Teknik pemrograman yang digunakan dalam membangun WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi adalah *Asynchronous Module Definition (AMD)*. AMD digunakan untuk mendefinisikan modul-modul sehingga modul dan dependensinya dapat dimuat secara *asynchronous*. Hal ini cocok untuk lingkungan peramban (*browsers*) yang bermasalah pada proses memuat tiap-tiap modul secara *synchronous*. Proses memuat secara *synchronous* sendiri akan memiliki dampak pada performa, penggunaan, *debugging* dan *cross-domain access*. Dengan menggunakan format AMD, kinerja proses memuat file dapat dilakukan lebih cepat (Gambar 6).

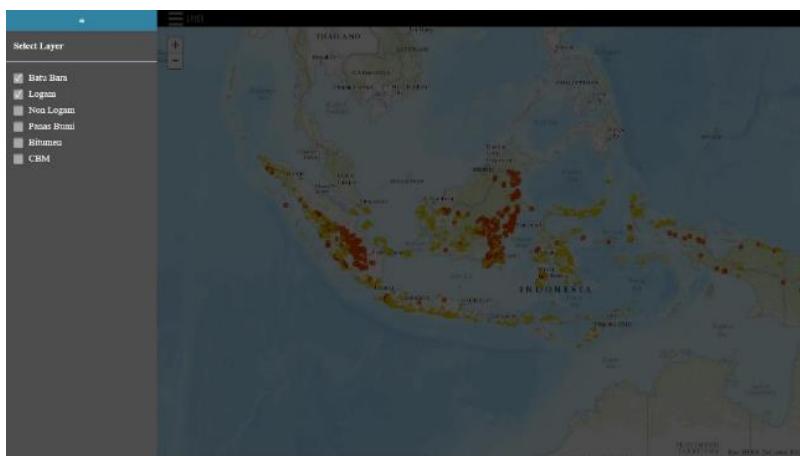
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

Berikut adalah *screenshot* hasil dari pengembangan WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi menggunakan API ArcGIS yang diakses dari 2 jenis perangkat yaitu *desktop PC* (Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11) dan *mobile phone* (Gambar 12 dan Gambar 13) dibandingkan dengan kondisi WebGIS Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi saat ini yang masih menggunakan framework *pmapper* (Gambar 14, Gambar 15 dan Gambar 16) dan jika diakses dengan menggunakan perangkat *mobile phone* hasilnya akan seperti Gambar 17 dan Gambar 18.



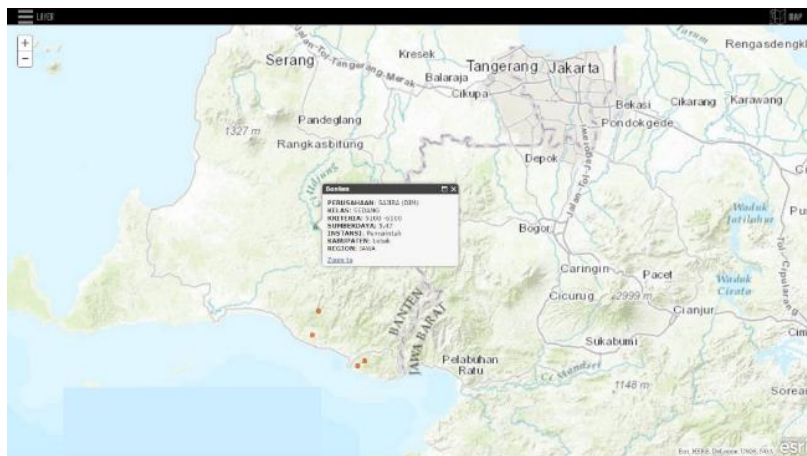
**Gambar 8.** Tampak muka WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi



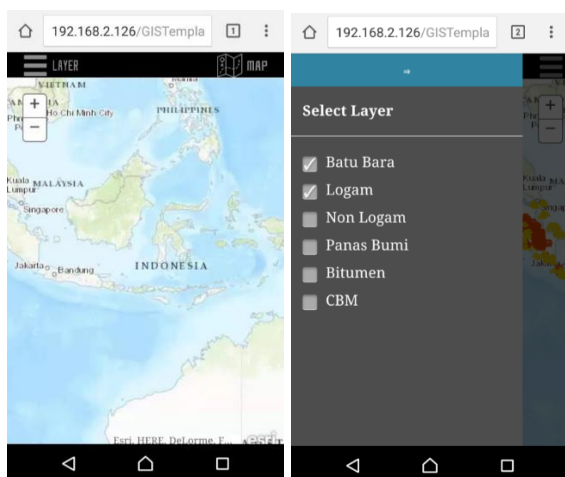
**Gambar 9.** Saat *layer* menu diklik kemudian dipilih *layer* batubara dan logam sebagai contoh



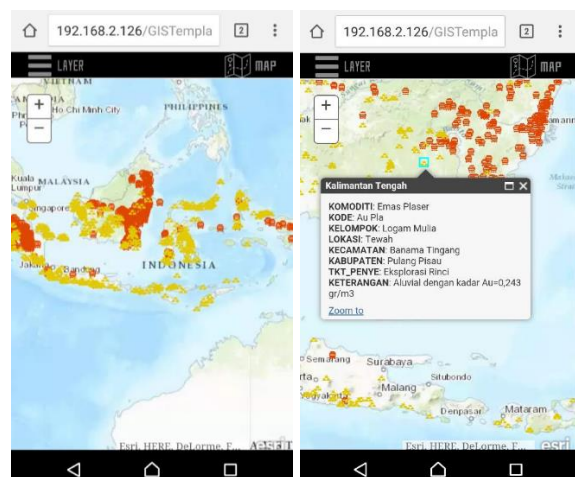
Gambar 10. Setelah layer batubara dan logam diklik muncul data berupa titik pada map GIS



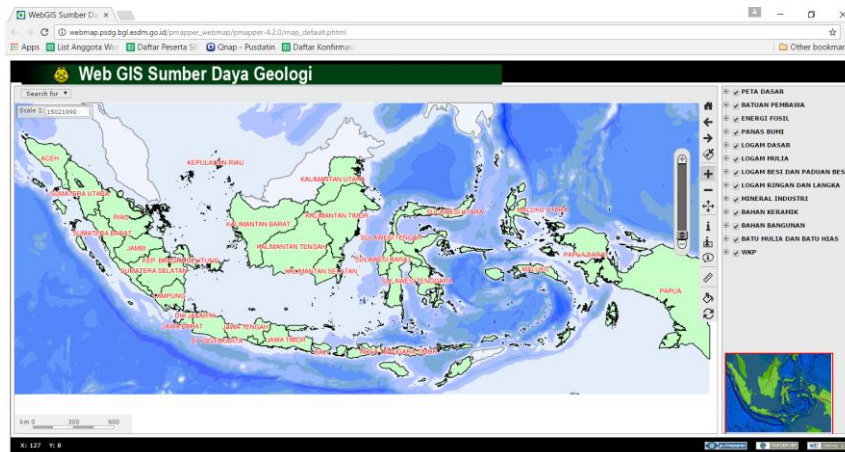
Gambar 11. Saat map GIS di-zoom dan salah satu titiknya di klik



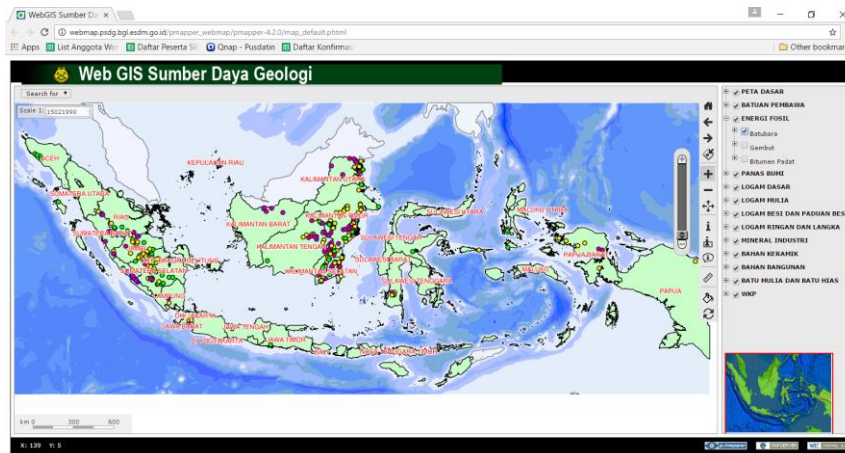
Gambar 12. Saat WebGIS diakses dari perangkat mobile (telepon seluler)



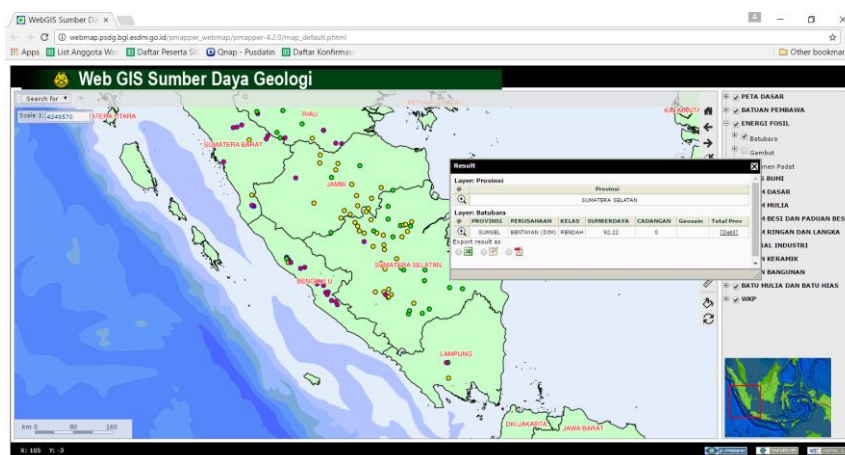
Gambar 13. Saat layer sudah dipilih dan salah satu titik komoditi sudah diklik versi mobile



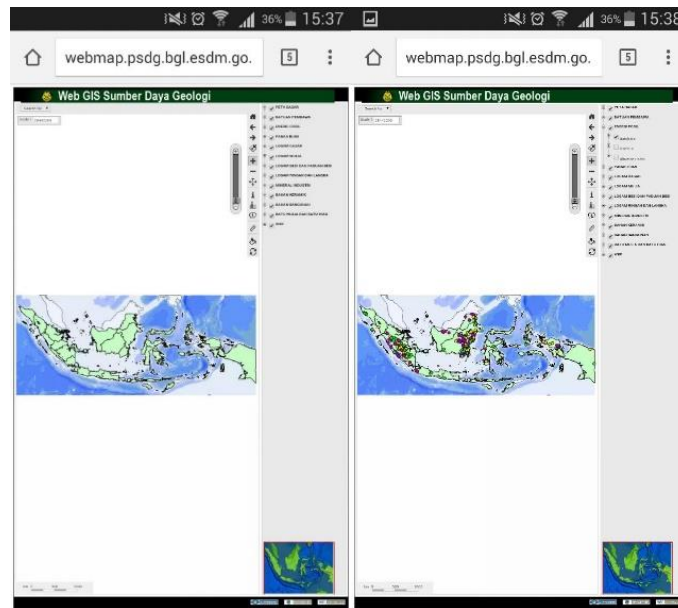
Gambar 14. Tampilan awal WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi yang ada sekarang



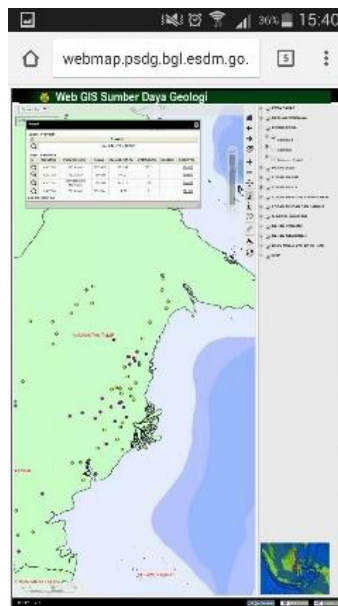
Gambar 15. Tampilan WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi setelah dipilih layer datanya



Gambar 16. Tampilan WebGIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi setelah di-zoom dan salah satu titik komoditinya diklik



Gambar 17. Saat WebGIS versi saat ini diakses dari perangkat *mobile* (telepon seluler)



Gambar 18. Saat WebGIS versi saat ini di-zoom dan diklik salah satu titik komoditinya versi perangkat *mobile* (telepon seluler)

## PEMBAHASAN

Beberapa aspek yang dianalisis dari hasil implementasi ini antara lain:

### 1. Aspek Tampilan

Dari sisi tampilan, tampak bahwa hasil implementasi API ArcGIS untuk WebGIS terlihat lebih nyaman, *userfriendly* dan lebih modern dibandingkan dengan kondisi WebGIS neraca mineral, batubara,

dan panas bumi milik PSDMBP saat ini

### 2. Kemudahan pengguna dalam mengakses

Saat diakses dengan perangkat *mobile*, WebGIS dengan menggunakan API ArcGIS sudah secara otomatis menyesuaikan dengan lebar layar pengakses serta opsi menu pun sudah secara

otomatis memudahkan para pengguna perangkat *mobile*, sedangkan Web GIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi milik PSDMBP yang ada saat ini ternyata tidak mampu meng-*handle* jika user ingin mengakses dari perangkat *mobile*. User pun mengalami kesulitan saat mengakses pilihan menu dari Web GIS neraca mineral, batubara, dan panas bumi yang sekarang.

3. Kemudahan *developer* dalam melakukan implementasi *coding*  
Dibandingkan dengan implementasi dengan *pmapper* yang merupakan *framework opensource*, implementasi WebGIS dengan menggunakan API ArcGIS dari sisi *developer* memang lebih rumit terlebih karena bukan merupakan produk *opensource* sehingga *developer* sering mengalami kesulitan untuk mencari solusi/masukan dari banyak pihak jika terjadi kesalahan. Sedangkan jika melakukan implementasi WebGIS dengan menggunakan *framework opensource*, ada banyak pihak dan dukungan lainnya dalam bentuk *source code* serta solusi lainnya jika terjadi *error*.
4. Ketersediaan data penunjang lainnya  
API ArcGIS sepenuhnya didukung oleh ESRI, sebuah perusahaan internasional yang bergerak dibidang GIS sehingga untuk kebutuhan data seperti *basemap* dan peta-peta lainnya sangatlah mudah untuk diperoleh. Sedangkan dengan menggunakan *framework opensource*, kebutuhan akan data pendukung sangat tergantung dari komunitas yang ada, jika komunitas tersebut kuat maka data dukung pun akan semakin mudah diperoleh, namun jika komunitas *opensource* tersebut lemah maka data dukung pun akan semakin sulit diperoleh

5. Biaya yang dibutuhkan  
Pada dasarnya, implementasi WebGIS dengan menggunakan API ArcGIS adalah untuk memanfaatkan layanan ArcGIS server, sehingga diperlukan *cost* untuk ArcGIS server sedangkan implementasi dengan *framework opensource* opsi server GIS dapat menggunakan GIS server yang bersifat gratis.

## KESIMPULAN

Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pengembangan WebGIS dengan menggunakan API ArcGIS dari sisi tampilan, kemudahan akses versi *mobile* oleh *user*, ketersediaan data penunjang lainnya memiliki kelebihan dibanding dengan kondisi WebGIS saat ini yang dikembangkan dengan menggunakan *pmapper*. Namun dari sisi kemudahan *developer* dalam melakukan implementasi *coding*, serta biaya yang dibutuhkan, pengembangan WebGIS dengan API ArcGIS dinilai masih memiliki kelemahan dibanding dengan WebGIS yang ada saat ini.

Dari hasil uraian diatas, API ArcGIS dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengembangan WebGIS yang tentunya dengan memperhatikan segala kelebihan dan kekurangan yang ada dibanding dengan WebGIS saat ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Putu Gita Andika dan Bimo Arysna Imanullah dari Telkom University untuk *sharing session* dan *sharing knowledge* pada saat pengembangan WebGIS ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. Standar Nasional Indonesia (SNI). 19-6728.4-2002. Penyusunan neraca sumber daya - Bagian 4: Sumber daya mineral spasial. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim, 2015. Standar Nasional Indonesia (SNI). 6728.4:2015. Penyusunan

- Neraca Spasial Sumber Daya Alam - Bagian 4: Sumber Daya dan Cadangan Mineral Dan Batubara. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Booch, G. 2005. "The Unified Modeling Language User Guide". 2005. Addison-Wesley.
- Fink, G. 2014. Single Page Application with Backbone JS.
- Lestari, R. R.. 2015. Penyusunan Neraca Sumber Daya Mineral dan Energi Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Prahasta, E. 2007. *Sistem Informasi Geografis: membangun aplikasi Web-based GIS dengan MapServer*. Penerbit Informatika, Bandung.
- "About ArcGIS". Di akses pada 19 Mei 2017 pada laman <http://www.esri.com/arcgis/about-arcgis>
- "ArcGIS 10.1 for Server system requirements". Di akses pada 29 September 2016 pada laman [http://resources.arcGIS.com/en/help/system-requirements/10.1/index.html#/ArcGIS\\_10\\_1\\_for\\_Server/015100000072000000/](http://resources.arcGIS.com/en/help/system-requirements/10.1/index.html#/ArcGIS_10_1_for_Server/015100000072000000/)
- "ArcGIS API for JavaScript". Diakses pada 27 Mei 2016 pada laman <https://developers.arcGIS.com/javascript/>
- "WebGIS Sumber Daya Geologi". Di akses pada 6 Oktober 2016 pada laman [http://webmap.psdg.bgl.esdm.go.id/pmapper\\_webmap/pmapper-4.2.0/map\\_default.phtml](http://webmap.psdg.bgl.esdm.go.id/pmapper_webmap/pmapper-4.2.0/map_default.phtml)
- "W3Schools Online Web Tutorials". Diakses pada 1 Juni 2016 pada laman <http://www.w3schools.com>

Diterima	: 3 Mei 2017
Direvisi	: 18 Mei 2017
Disetujui	: 31 Mei 2017



**POTENSI ENDAPAN PASIR BESI DAN GUMUK PASIR SERTA HUBUNGANNYA  
DENGAN BATUAN INDUK DI PANTAI PAMEUNGPEUK, KABUPATEN GARUT,  
PROVINSI JAWA BARAT**

***SAND DEPOSITS POTENCY AND SAND DUNES AND THE RELATION WITH SOURCE  
ROCK IN THE BEACH OF PAMEUNGPEUK, GARUT REGENCY, WEST JAVA PROVINCE***

**Deny Setiady**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan  
Deny@mgi.esdm.go.id

**ABSTRAK**

Pantai Pameungpeuk dan sekitarnya mempunyai potensi tambang berupa sedimen pasir dan gumuk pasir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi potensi sedimen pasir dan gumuk pasir di daerah penelitian serta hubungan dengan batuan induk. Metoda penelitian terdiri dari pemetaan karakteristik pantai, pengambilan sedimen pantai, bor tangan pantai, analisis ukuran butir dan analisis kandungan mineral.

Daerah penelitian terdiri dari pantai berpasir putih, pantai berpasir coklat dan pantai berpasir hitam. Pantai berpasir hitam didominasi oleh pasir besi, pantai berpasir coklat didominasi oleh mineral magnetit, juga sedikit pecahan cangkang moluska, dan pantai berpasir putih didominasi oleh pecahan cangkang. Berdasarkan analisis mineralogi pasir di daerah penelitian terdiri dari magnetit, hematit, limonit, ilmenit, rutil, hornblenda, piroksen, augit, diopsid, biotit dan epidot.

Pantai Pameungpeuk bergumuk pasir dengan kemiringan pantai sedang hingga tinggi (*slope* 21° s.d. 60°), dan lebar pantai bervariasi mulai dari 30 meter sampai 60 meter, serta tinggi gumuk pasir mulai dari 3 meter sampai 6 meter.

**Kata kunci:** Pemetaan, Karakteristik Pantai, Pasir Besi, gumuk pasir, Pameungpeuk

**ABSTRACT**

*Coastal resources in Pameungpeuk coast are sand and sand dunes. The aims of this reseach are to obtain data and information on sand sediment in coastal area and its relation to the source of sand sediment or source rock. The method of study consists of coastal characteristic mapping, coastal sediments sampling, coastal sediment by hand drilling grain size, and mineralogical analyses.*

*The coastal characteristic in the study area consists of white sandy beach, brownish sandy beach and black sandy beaches. Black sandy beaches dominated by iron sand, brownish sandy beach dominated by minerals of magnetite and a few fragments of Mollusca shells, while white sandy beaches are dominted by fragments of shells. Base on mineral analysis, sand in study area consist of magnetite, hematite, limonite, ilmenite, rutile, hornblenda, pyroxene, augite, diopside, biotite dan epidote.*

*Beaches of Pameungpeuk characterized by sand dunes, and have moderate to high slope (21° – 60°). Beach width varies from 30 meters to 60 meters, sand dunes height ranging from 3 to 6 meters.*

**Keywords:** mapping, coastal characteristic, sand sediment, sand dunes, Pameungpeuk

## PENDAHULUAN

Lokasi daerah penelitian secara administratif berada di sekitar Kecamatan Pameungpeuk, Kecamatan Cikelet, Kecamatan Pakenjeng dan Kecamatan Bungbulang, Kabupaten Garut, Propinsi Jawa Barat. Secara geografis berada di dalam koordinat 107°26' s.d. 107°45' BT dan 7°28' s.d. 7°44' LS dengan luas daerah penelitian lebih kurang 309.872 km<sup>2</sup> (Gambar 1).

Bahan tambang yang potensial untuk dikembangkan di Kabupaten Garut berupa bahan galian Golongan C, dimana kontribusinya baru 0,2%. (Dinas Informasi dan Komunikasi, Garut, 2015). Bahan tambang yang potensial untuk dikembangkan di Kabupaten Garut adalah beberapa bahan galian golongan C dan beberapa bahan lain (Tabel 1) (Dinas Komunikasi, Garut, 2017).

Potensi logam dasar di pantai dan lepas pantai Perairan Pameungpeuk, memperlihatkan adanya pengelompokan kandungan baik untuk unsur-unsur

Tembaga (Cu), Timbal (Pb), dan seng (Zn) ataupun logam emas (Au) dan perak (Ag) (Setyanto, 2008).

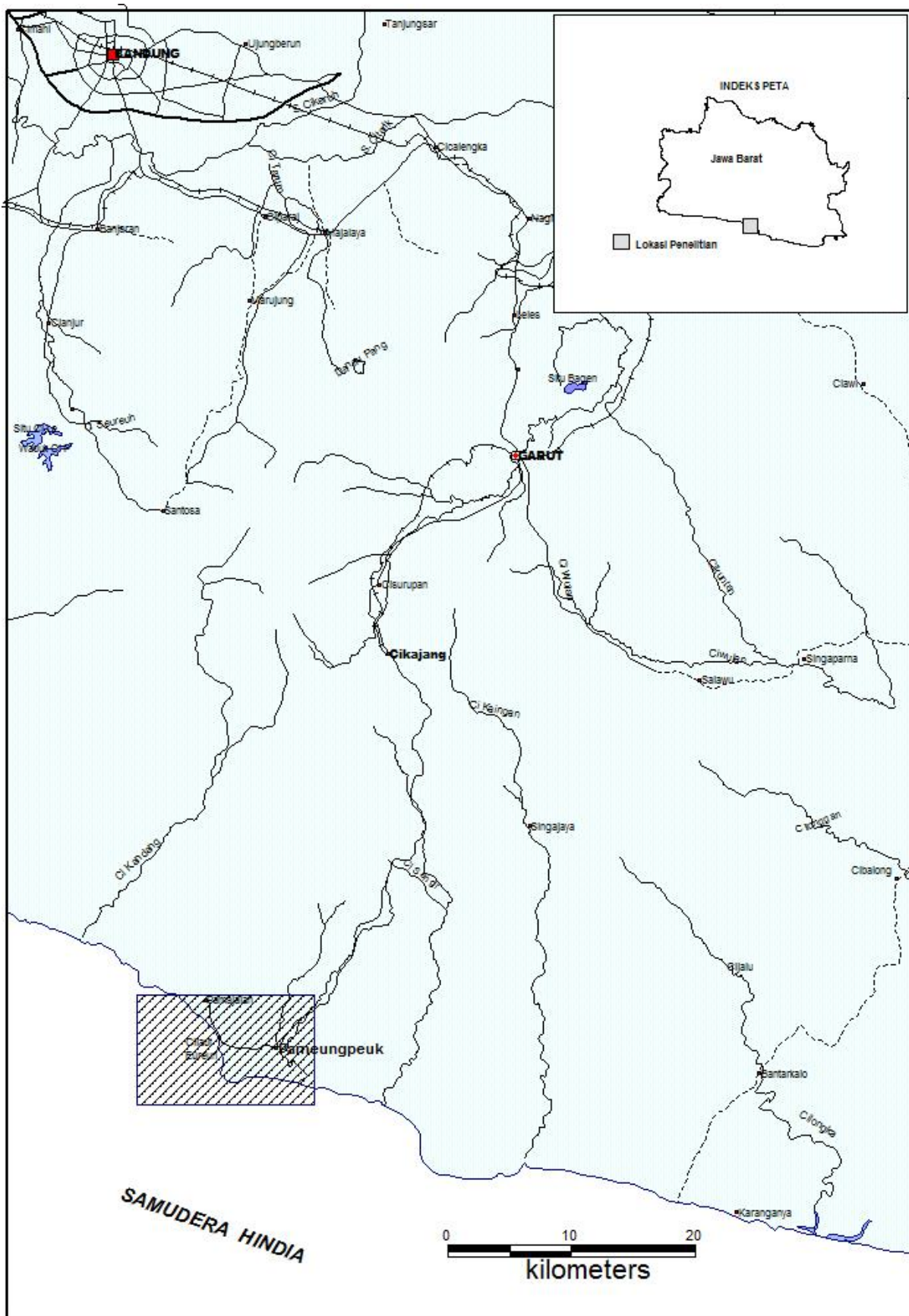
Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi pasir besi dan gumuk pasir di daerah pantai Perairan Pameungpeuk serta hubungannya dengan asal sedimen atau batuan induk yang keterdapatannya di darat.

## PROSES SEDIMENTASI PANTAI DAN GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.

Pantai adalah lingkungan yang kompleks yang masih dipengaruhi oleh proses laut dan darat, memperlihatkan relief khas dari proses sedimentasi transportasi/ mekanisme yang bervariasi dari arus traksi, dan suspensi serta pencucian oleh gelombang dan arus. Geomorfologi pantai berkaitan erat dengan bentuk dari bentang alam pantai tersebut. Sedangkan geologi pantai berkaitan dengan formasi batuan dan struktur batuan yang terlihat di tebing dan singkapan sedimen pantai yang diendapkan di sekitar kawasan pantai (Bird, 2008).

**Tabel 1.** Daerah Prospektif Penghasil Tambang (Dinas Komunikasi Garut, 2017)

No	Bahan Galian	Lokasi (Kec)	Daerah Prospek
1	Emas dmp.	Pamulihan, Pakenjeng, Talegong, Cisewu, Caringin, Banjarwangi, Cikajang, Peundeuy, Singajaya, Cibalong, Cisompet, Bungbulang, Mekarmukti, Wanaraja, dan Karangpawitan	Ciarinem, Cijahe, Cijaringao, Sukul, Pasirga
2	Pasir Besi	Cibalong, Pameungpeuk, Cikelet, Pakenjeng, Caringin, Mekarmukti	Cimerak, Sayang heulang, Cibera, Citanggeuleuk, Cijayana, Ranca buaya
3	Bijih Besi	Cibalong, Cikelet, Bungbulang, Caringin	Banyuasih, Ciawitali, Cileuleuy, Cikabunan
4	Belerang	Cisurupan, Wanaraja	Papandayan, Talagaboda
5	Batubara	Singajaya, Cibalong.	Girimukti, Dahu
6	Batu Templek	Cisewu, Caringin	Loa, Sukarame
7	Kaolin	Malangbong	Karaha, Citeras,
8	Obsidian	Pasir Wangi	Gunung Kiamis
9	Pasir & Sirtu	Tarogong Kaler, Samarang Leles	Gunungapi Guntur, Cikatomas Haruman
10	Batu Andesit	Cisewu, Cikajang, Pakenjeng	
11	Tanah Liat	Bayongbong	
12	Batugamping	Caringin	Cikabunan
13	Batu 1/2 permata	Caringin, Cisewu, Bungbulang Cisompet, Pameungpeuk Pakenjeng	Gunung Kencana, Ciluba Cipicung, Sinarjaya Kiarapayung, Tj. Jaya
14	Granit	Bungbulang	Gunamekar
15	Mangan	Cibalong, Cisompet	Cicuri, Jatisari



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Sedimen, merupakan kumpulan mineral dan bahan organik yang mempunyai variasi berbagai ukuran butir, proses erosi proses perpindahan sedimen karena angin, atau air. Proses pengendapan sedimen dari keadaan suspensi atau larutan dalam cairan disebut sedimentasi. Gelombang pasang surut, dan angin adalah proses yang dominan di daerah pesisir. Sungai membawa material sedimen ke pantai, dan dapat terjadi proses sedimentasi lagi untuk membentuk delta, endapan pantai, atau gumuk pasir. (Short, 2012).

Sedimen terdiri dari komponen *terrigenous*, *allochemical* dan *orthochemical*. komponen *terrigenous* adalah substansi yang berasal dari proses erosi di darat (*Placer sedimen*) (Folk, R.L., 1980). Ada dua poin utama pembentuk sedimen pantai: (Reading 1979):

- Gelombang menghasilkan arus dekat pantai yang juga mampu mengangkut sedimen,
- Gelombang diubah dan menginduksi transport sedimen ketika mereka mendekati garis pantai.

Sedimentasi adalah proses mekanis dari batuan sedimen, dimana kecepatan arus, ukuran butir, morfologi pantai dan pengendapan dari sungai adalah variabel yang paling penting. (Dietrich dkk, 1980). Ahli geologi dan sedimen menggunakan informasi pada ukuran butir sedimen untuk mempelajari gejala dalam proses di permukaan tanah terkait dengan kondisi transportasi dan pengendapan yang dinamis, (McCave & Syvitski, 1991).

Pasir besi merupakan bahan mineral yang mengandung unsur besi, titanium dan unsur lainnya. Adapun nilai mineral tersebut sangat bergantung pada kandungan besi di dalamnya. Oleh sebab itu kandungan besi dalam mineral tersebut perlu dianalisis. (Yudhi, 2006). Pasir besi, menurut Austine (1985), secara umum banyak dipakai di dalam industri diantaranya sebagai bahan baku pabrik baja dan bahan magnet dengan mengambil bijih besinya. Menurut

Eskini (1998) bahwa penyebaran pasir besi di Indonesia terdapat di pulau Sumatra, Jawa, Kalimantan dan Sulawesi.

Ada 3 faktor yang mempengaruhi terbentuknya gumuk pasir:

- Material pasir yang cukup
- Media angin yang berenergi cukup
- *Fetch* yaitu jarak yang dibutuhkan oleh angin untuk mencapai energi maksimum pembentukan gumuk, dalam hal ini jarak tersebut merupakan dataran pasir yang luas.

Gumuk pasir pantai terbentuk dari endapan sedimen oleh transportasi sedimen di sekitar pantai karena angin, sedimen tersebut mempunyai ukuran butir kurang dari 0,15 mm. (Davidson & Arnott, 2010). Gumuk pasir umumnya berasal dari pasir yang tertiuip angin dari pasir pantai yang ada di sekitarnya. Termasuk juga *foredunes*, di mana angin membawa pasir telah terperangkap oleh vegetasi belakang pantai kemudian diendapkan di muka gumuk pasir, gumuk pasir pantai telah terbentuk lebih dari beberapa rentang waktu, dari pasir yang dipasok ke pantai dari dasar laut dan di sepanjang pantai yang berbentuk seperti tebing batu pasir yang halus terjadi pada waktu *Holocene*. (Bird, 2008). Gumuk pasir pantai dapat memberikan perlindungan untuk pengembangan pantai dari banjir dan gelombang. Umumnya, volume pasir yang terkandung dalam gundukan gumuk pasir akan terus memberikan perlindungan dari gelombang badai. Ketinggian puncak bukit pasir dan kontinuitas sejajar pantai yang akan menentukan apakah gumuk pasir akan memberikan perlindungan dari banjir pantai. (Weggel, 2006). Gumuk Pasir adalah gundukan tanah berpasir *unconsolidated* yang terbentuk karena proses gelombang dan angin, juga berfungsi sebagai penyangga alami, habitat bagi banyak spesies, serta cadangan kualitas air yang baik (Fall, 2009).

Daerah penelitian termasuk ke dalam zona pegunungan selatan Jawa Barat

bagian tengah, dimana secara morfologi merupakan daerah pedataran. Sungai-sungai yang bermuara ke daerah penelitian yaitu Sungai Cimagke, Cipasarangan, Cikarang, Cipeleuh, Cibera, Cisanggiri, Cibabalukan dan Cijenuk. Secara stratigrafis batuan tertua yang ditemukan, di daerah penelitian adalah: lava dan breksi andesit serta tuf yang secara lokal terpropilitkan. Menurut Alzwar, 1992. Urut-urutan formasi batuan di daerah penelitian (Gambar 2) terdiri dari:

**Formasi Bentang (Tmpb)** dicirikan oleh batupasir tuf, tuf batuapung, batulempung, konglomerat dan lignit. Bagian bawah terdiri dari konglomerat, batupasir, tuf batuapung; bersisipan batu lempung, batulanau dan lignit; berlapis baik, dan kurang mampat. Bagian atas terdiri dari batupasir tuf dan tuf kaca halus berbatuapung, mampat, berlapis baik, gampingan dan mengandung foraminifera kecil. Keberadaannya setempat, mengandung sisipan konglomerat, batupasir kasar gampingan dan batugamping pasiran. Batupasir berwarna kelabu, padat, terdapat kongkresi oksida besi, dan mengandung pasir magnetit. Sebarannya meluas ke ujung barat dan sedikit di ujung timur berbatasan dengan sebaran aluvial, umur batuan itu adalah Miosen Akhir hingga Plio-Plistosen.

**Breksi Tufaan (Tpv)**, dicirikan oleh breksi, tuf dan batupasir. Breksi mengandung komponen andesit hornblenda yang berukuran bom. Tufnya terdiri dari tuf hablur dan tuf sela, mampat dan juga sebagai masa dasar di dalam breksi. Satuan ini diduga berumur Pliosen awal dan menindih tak selaras Formasi Bentang.

**Batuan Gunungapi Tua tidak teruraikan (Qtv)**, Endapan Kuartar di daerah

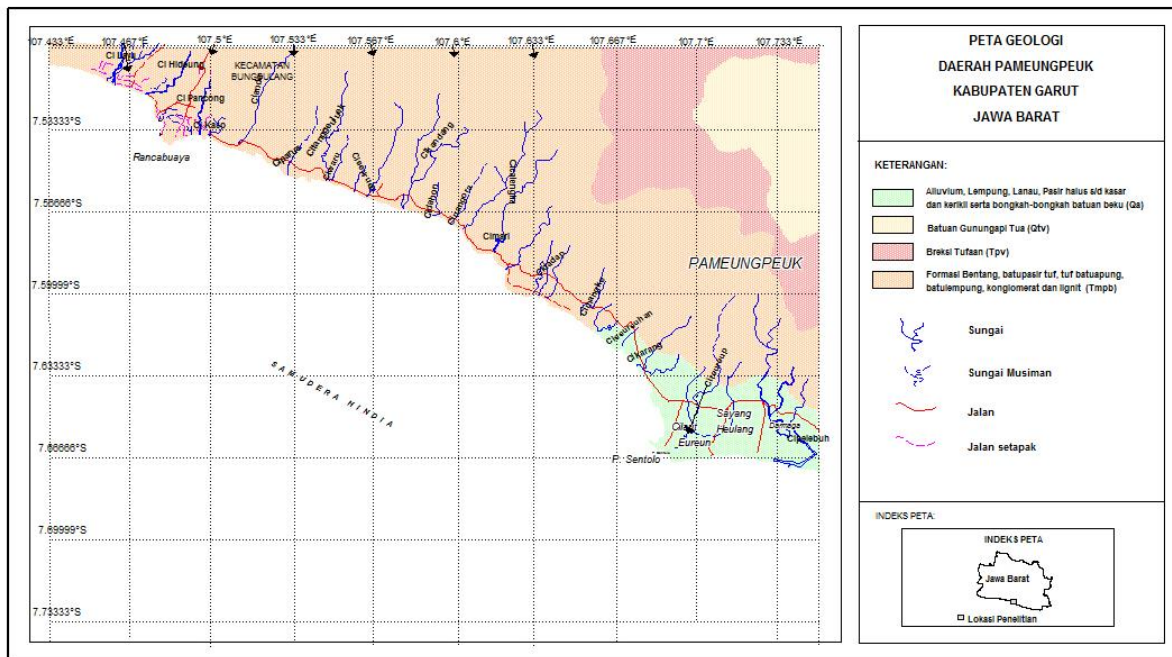
penelitian berupa tuf, breksi tuf dan lava. Tuf terdiri dari tuf hablur yang halus, tersilikakan dan terpropilitkan secara setempat. Breksi tuf berkompunen andesit dengan masa dasar tuf batuapung. Lava bersusunan andesit piroksen dan basal, menunjukkan kekar lembar, kekar meniang dan struktur aliran. Sumber asal batuan gunungapi ini tidak dapat diuraikan, diduga sebagian besar terbentuk melalui erupsi celah. Menindih tidak selaras formasi breksi tua. Umur satuan batuan gunungapi ini diduga berumur Plio-Plistosen.

**Endapan yang paling muda (Qa)**, adalah endapan aluvium, tersusun oleh lempung, lanau, pasir halus hingga kasar, kerikil dan bongkah batuan beku dan sedimen.

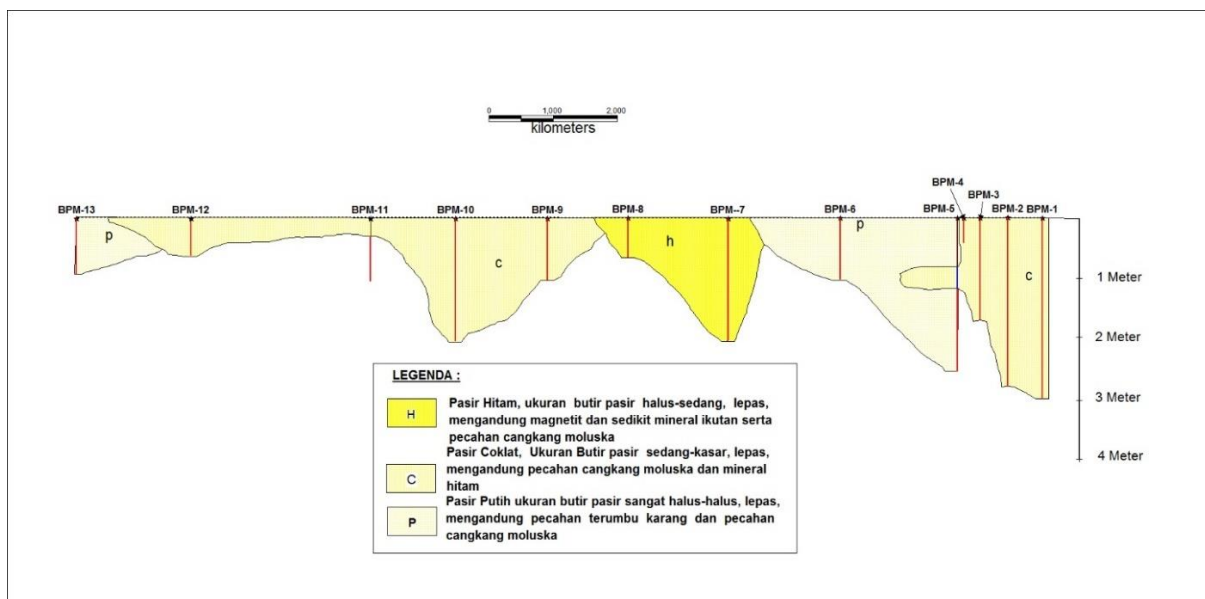
## METODA PENELITIAN, DAN DATA

Metode penelitian terdiri dari pemetaan karakteristik pantai, pengambilan sampel sedimen pantai, sebanyak 26 sampel pantai (PPM) pengambilan sedimen bor tangan pantai sebanyak 13 lokasi (BT) (Gambar 3), serta pengukuran luas gumuk pasir menggunakan teodolit. Analisis laboratorium terdiri dari analisis<sup>1</sup> besar butir dan analisis mineral.

Pemetaan karakteristik pantai dimaksudkan untuk mengetahui jenis dan sifat fisik sedimen pantai, serta perubahan-perubahan garis pantai karena aktivitas gelombang dan sungai. Karakteristik pantai dapat dikelompokkan ke dalam beberapa tipe-tipe pantai berdasarkan pada parameter litologi, topografi dan morfologi, vegetasi dan proses dominan termasuk aktifitas manusia (Dolan dkk.,1975). Pada waktu pemetaan karakteristik pantai, diamati juga proses sedimentasi dan arus sejajar pantai dan gelombang.



Gambar 2. Peta Geologi daerah Pamengpeuk, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat



Gambar 3. Korelasi 13 bor tangan di perairan Pameungpeuk

Pengambilan sampel sedimen pantai dilakukan secara manual di permukaan (PPM) dan bor tangan (BPM). Lokasi yang dipilih pada umumnya adalah di pantai dan perairan yang relatif dangkal serta bisa dijangkau dengan berjalan kaki. Pengukuran gumuk pasir dengan menggunakan theodolit untuk mengetahui arah dan ketinggiannya.

Analisis ukuran butir sedimen dilakukan pada 26 sampel sedimen pantai diklasifikasikan menurut nomenklatur Folk (1980). Ukuran butir adalah sifat fisik yang paling mendasar dari sedimen yang menunjukkan proses sedimentasi. Dalam menentukan identifikasi pemetaan pasir pantai dan dasar laut perlu dilakukan analisis ukuran butir (tekstur) sedimen dasar laut. (Lark, 2012). Ukuran butir, dan

bentuk butir mempengaruhi kekerasan dan penting untuk mengetahui proses sedimentasi (Merten, 2014).

Analisis mineral sebanyak 11 buah. Masing-masing contoh diambil sebanyak 100 gr, kemudian disaring untuk mendapatkan besar butir 0,125 gr. Mineral magnetit diambil dengan magnet, kemudian ditimbang, sisanya lebih kurang 2 gr ditambahkan bromoform, kemudian mineral yang berat jenisnya lebih berat dari bromoform 2,89 dianalisis secara mikroskopis.

## HASIL PENELITIAN

### Karakteristik Pantai

Berdasarkan ciri relief, litologi dan karakteristik garis pantainya, pantai di daerah penelitian (Gambar 4) dapat diklasifikasikan berikut ini.

- Pantai yang memiliki kemiringan pantai datar hingga sedang (*slope* 5° s.d. 20°) yaitu pada lokasi sampel pantai (PPM)-11, sampel bor tangan (BPM-01, BPM-6, BPM-07 dan BPM-12.) dengan lebar pantai antara 17 meter sampai 70 meter dan tebal sedimen pasir besi (pasir hitam dan coklat), dari permukaan sampai batuan dasar bervariasi antara 0,6 meter sampai 3 meter, dari korelasi bor tangan (Gambar 3).
- Pantai perbukitan (bertebing) dengan relief tinggi, serta litologi batu pasir yang terdapat di sebelah barat daerah penelitian, dekat Rancabuaya merupakan batupasir Formasi Bentang (Gambar 5).

Berdasarkan litologi/geologi pantai, perairan Pameungpeuk terdiri dari: Batuan sedimen tua berupa breksi dan batugamping serta terumbu karang yang secara fisik mempunyai resistensi tinggi terhadap abrasi. Pantai yang terbentuk

oleh batuan tersebut terdiri umumnya bertebing curam, sehingga diklasifikasikan sebagai wilayah dengan perbukitan relief tinggi, kecuali dari Cilauteureun hingga sungai Cikarang yang berrelief rendah.

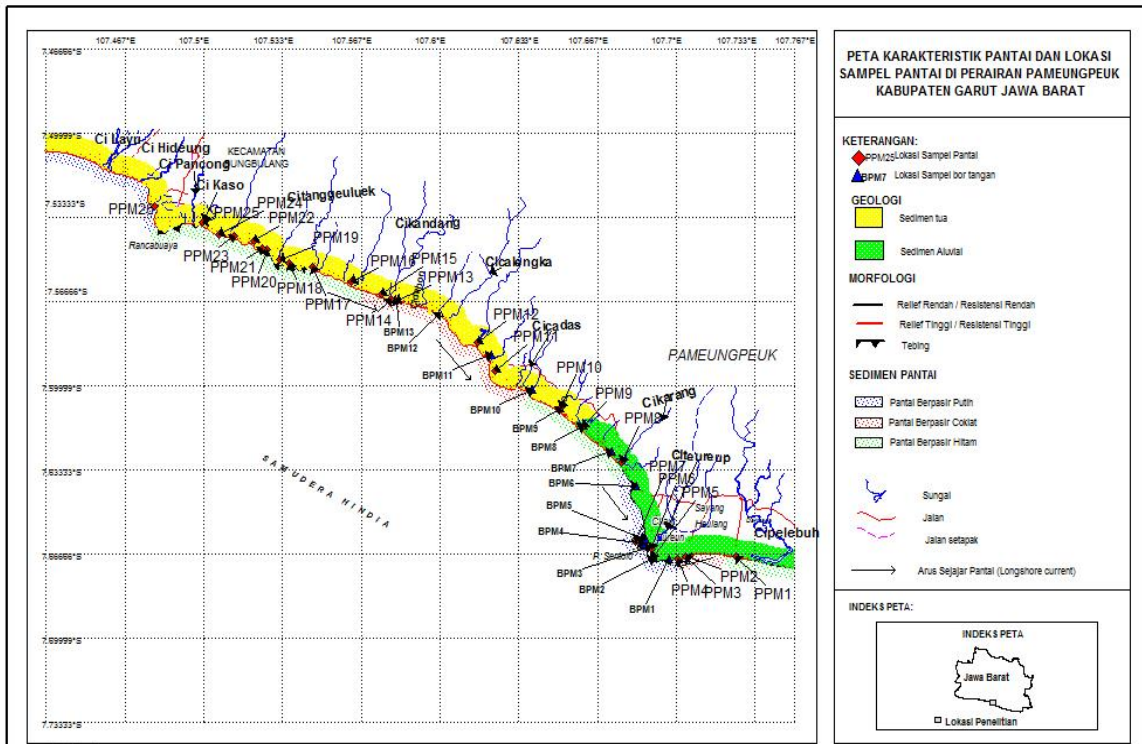
### Sampel pantai (PPM)

Sampel pantai sebanyak 26 contoh yang diambil berurutan dari arah timur daerah penelitian sampai ke barat, yang terdiri dari pasir putih, pasir hitam, dan pasir coklat (Gambar 4).

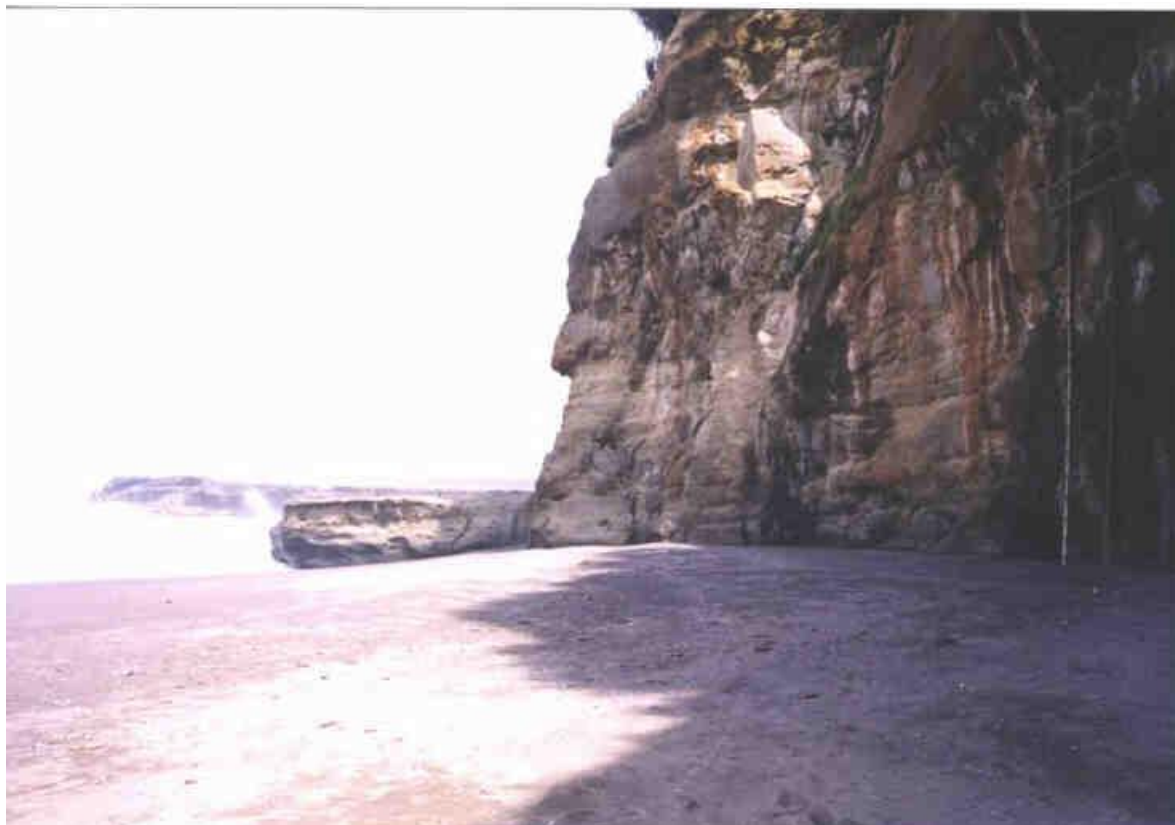
- 1) Pantai berpasir hitam yang didominasi oleh mineral magnetit, merupakan pasir besi yang menempati daerah sekitar Cipeleuh sampai Darmaga, Muara Sungai Cikarang sampai Muara Sungai Cidadap, Muara Sungai Ciseureuh sampai Muara Sungai Cipancong (Gambar 6).
- 2) Pantai berpasir putih yang didominasi oleh pecahan cangkang moluska, merupakan kawasan pariwisata terdapat di sekitar Sayangheulang, Cilauteureun dan bagian timur daerah penelitian sekitar Rancabuaya (Gambar 7).
- 3) Pantai berpasir coklat yang didominasi oleh mineral magnetit dan sedikit pecahan cangkang moluska, menempati daerah Sayangheulang, Muara Sungai Cidadap sampai Muara Sungai Cikandang (Gambar 8).

### Bor Tangan

Bor tangan di daerah ini dilakukan untuk mengetahui kedalaman/ketebalan dari sedimen pasir sampai batuan dasar. Berdasarkan data dari korelasi 13 lokasi pemboran tangan, maka ketebalan sedimen pasir bervariasi antara 65 cm sampai 300 cm (Gambar 3).



Gambar 4. Peta karakteristik pantai dan lokasi sampel pantai di Perairan Pameungpeuk, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat



Gambar 5. Pantai bertebing berupa sedimen batupasir





**Gambar 6.** Pantai berpasir hitam yang merupakan endapan aluvial (Qa)



**Gambar 7.** Pantai berpasir putih yang banyak mengandung pecahan terumbu



**Gambar 8.** Pantai berpasir coklat mengandung pasir besi

Berdasarkan korelasi dari 13 bor di daerah penelitian (Gambar 3), dapat diketahui bahwa sedimen pasir tersusun dari:

- Pasir hitam, ukuran butir halus-sedang, lepas, mengandung magnetit yang sangat tinggi (10,32%), dengan ketebalan antara 0,65 meter sampai 2 meter, Sumber dari batuan kemungkinan adalah Formasi Bentang yang ditransport melalui Sungai-sungai Cikarang, Cikaso dan Cipeleuh.
- Pasir coklat, ukuran butir pasir sedang-kasar, lepas dengan kandungan magnetit (6.58%), dengan ketebalan bervariasi antara 1 meter sampai 2 meter, mendominasi hampir seluruh daerah penelitian.
- Pasir putih, ukuran butir sangat halus-halus, lepas, serta mengandung pecahan terumbu karang dan cangkang moluska, yang terdapat pada 2 lokasi (sampel BPM-5) dengan ketebalan 2,5 meter yang diselingi pasir coklat

pada kedalaman 80 cm s.d. 120 cm.

### **Analisis Mineral**

Kandungan mineral yang terbanyak adalah magnetit; pada umumnya lebih dari 1% dan kandungan mineral magnetit yang terbanyak adalah pada contoh pantai (PPM-25) sebesar 13,127 %. (Tabel 2).

- Mineral lain yang mengandung besi (Fe) adalah hematit dan limonit yang ditemukan hampir di setiap contoh dalam jumlah yang lebih sedikit dibanding magnetit.
- Mineral yang mengandung titanium (ilmenit dan rutil) ditemukan hanya pada beberapa contoh saja dalam jumlah yang sedikit.
- Mineral yang bersifat transparan merupakan mineral mafik (berwarna gelap), yang terbanyak adalah hornblenda, selebihnya adalah piroksen dengan jenis augit dan diopsid, kemudian biotit dan epidot, sedangkan Muskovit hanya

ditemukan pada beberapa contoh saja dalam jumlah yang sangat sedikit.

merupakan pasir besi dengan kandungan magnetit yang tinggi (di PPM 1) yaitu 9,89%.

**Gumuk Pasir**

Berdasarkan hasil pengukuran dengan theodolit, pantai bergumuk pasir ini memiliki kemiringan sedang hingga tinggi (*slope* 21° s.d. 60°), dengan lebar pantai bervariasi mulai dari 30 meter sampai 60 meter, serta tinggi gumuk pasir mulai dari 3 meter sampai 6 meter. Pantai ini memiliki gumuk pasir lebih dari satu yaitu pada lokasi PPM 1 dan PPM 2, yang memanjang dari Sungai Cipelebeh sampai Sayang Heulang, sehingga kemungkinan telah terjadi beberapa kali pengendapan gumuk pasir (Gambar 9). Pada lokasi PPM 2, penampang Gumuk pasir yang berada di Sayangheulang ini mempunyai lebar 420 meter dengan tinggi gumuk pasir 28 meter dan 26 meter, sedangkan gumuk pasir pada lokasi PPM 1 di Darmaga mempunyai lebar 460 meter dengan tinggi bervariasi yaitu 22 meter, 18 meter dan 14 meter. Berdasarkan hasil analisis mineral, gumuk pasir ini

**PEMBAHASAN**

Mineral plaser adalah endapan mineral yang telah mengalami transportasi sebagai partikel butiran mineral di sungai dan di dasar laut. Kebanyakan mineral plaser adalah mineral logam dengan berat jenis yang tinggi dan tahan terhadap proses kimia, erosi, transportasi dan pelapukan. (Cronan, 1980). Mineral plaser yang paling umum dan berlimpah adalah logam (bijih), terutama emas, platinum dan mineral lainnya seperti kasiterit, rutil, magnetit, ilmenit, zirkon dan banyak batu permata (Guilbert & Park 1985). Berdasarkan data analisis mineral di permukaan pantai PPM (Tabel 2), dapat diketahui bahwa, mineral yang mengandung kandungan besi (Fe) (Pellant, 1992), adalah mineral magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), limonit (FeO(OH).NH<sub>2</sub>O), ilmenite (FeTiO<sub>3</sub>) dan rutil (TiO<sub>2</sub>) di temukan hampir pada seluruh contoh yang dianalisis.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Mineral conto sedimen Pantai Perairan Pameungpeuk

Nama Mineral	No. Conto (PPM %)										
	PPM 1	PPM 4	PPM 8	PPM 10	PPM 11	PPM 14	PPM 16	PPM 18	PPM 20	PPM 24	PPM 25
Magnetit	9,8868	0,1763	10,318	6,367	4,5996	0,0497	6,5831	6,5373	0,057	8,4111	13,1127
Rutil	0,78966	0,00725	0,59259	0,24147	0,07618	0,00182	0,79706	1,51497	0,00082	0,2129	0,3021
Hornblende	4,90329	0,03144	1,3545	0,65012	0,29089	0,00928	2,67251	8,07985	0,00475	1,97875	3,45529
Ilmenit	2,05682	0,0266	1,18519	0,13002	0,03463			3,95575	0,00065		
Cangkang				0,05572							
Biotit	0,69784	0,0133	0,47972	0,35292	0,27011	0,00436	1,17215	3,28244	0,00245	0,56356	1,28393
Hematit	0,20201	0,01088	0,3104		0,11081	0,00327	0,60952	1,51497	0,00213	0,85161	1,09511
Augit	1,13859	0,01934	1,60848	3,28775	1,12897	0,00191	5,53257	11,194	0,00606	1,08956	2,53009
Epidot	0,86312	0,01632	0,93122	0,33435	0,19393		0,46886	1,26247	0,00114	0,30056	0,45315
Dolomit	0,07345	0,00302	0,22575	0,61297	0,3186		0,23443				0,0944
Kuarsa					0,04848		0,07314	0,25249			0,24545
Diopsit	0,64275	0,00967	1,01588	1,65316	0,67875		2,10987	4,62908	0,00196	0,38823	0,69861

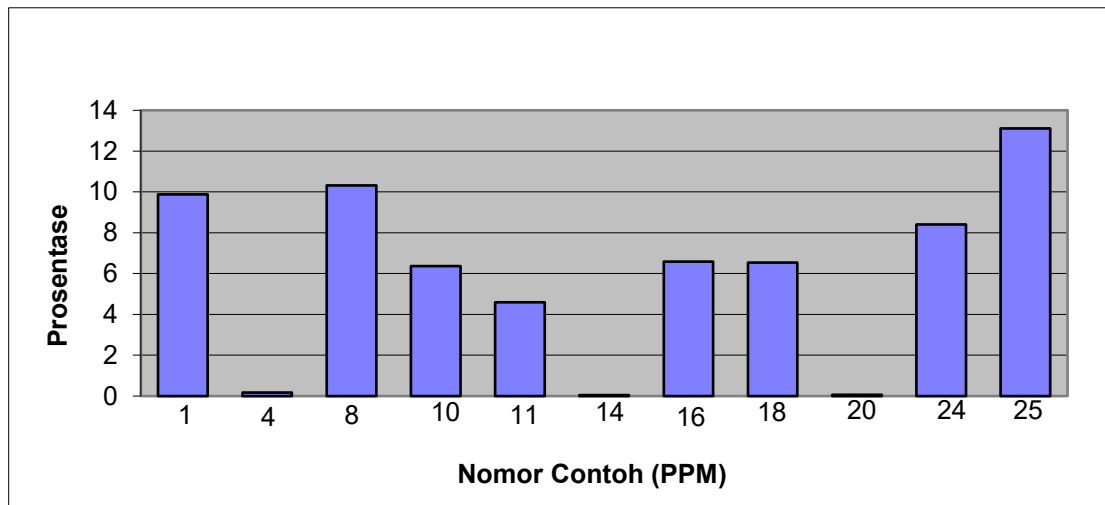


**Gambar 9.** Pantai bergumuk pasir

Pasir besi yang didominasi oleh mineral magnetit tidak hanya terdapat pada pasir hitam tetapi juga pada pasir coklat. Pasir hitam dibagian timur pada lokasi PPM-1 (9,89%) terdapat disekitar muara Sungai Cipelebu. Sedangkan dibagian tengah daerah penelitian mulai dari muara sungan Cikarang sampai Cicadas mempunyai kandungan magnetit pada lokasi PPM-8 (10,32%), PPM-10 (6,37%), dan PPM-11 (4,60%). Di bagian barat daerah penelitian (Bungbulang) mempunyai kandungan magnetit yang tinggi pada PPM-18 (6,54%), PPM-24 (8,41%) dan PPM-25 (13,11%). Pasir coklat yang menempati pantai bagian barat mempunyai kandungan magnetit PP-4 (0.1763) di sekitar Sayangheulang, kemudian di bagian tengah mulai dari sungai Cicadas sampai sungai Cikandang, PPM-14 (0,17) dan PPM-16 (6,58%). Mineral lainnya selain magnetit adalah ilmenite (0,035 - 3,96%), hematit (0,03% s.d. 3,96%), augit (0,01% s.d. 5,53%) rutil (0,01% s.d. 1,51%). Gambar 10 menunjukkan variasi kandungan mineral magnetit pada contoh sedimen.

Sebaran pasir besi, umumnya ditemukan di muara Sungai Cikaso, muara Sungai Cikarang, dan muara Sungai Cipelebu. Berdasarkan hal tersebut, diduga sumber dari pasir besi ditransport melalui Sungai Cipelebu, Sungai Cikaso dan Sungai Sungai Cikarang dan kemungkinan berasal dari batupasir Formasi Bentang. Diskusi pada peta Geologi regional (Alzwar, 1992), Formasi Bentang berwarna kelabu, padat, terdapat kongkresi oksida besi, mengandung pasir magnetit.

Pada lokasi PPM 2 dari hasil pengukuran penampang gumuk pasir di Berdasarkan hasil pengukuran, dimensi gumuk pasir memiliki luas rata-rata gumuk pasir adalah 8.800 m<sup>2</sup>. Jika panjang gumuk pasir dari Sayang heulang sampai Darmaga adalah 3,2 km, maka volume gumuk pasir tersebut akan mencapai 28.160 m<sup>3</sup>. Gumuk pasir tersebut mempunyai kandungan besi yang tinggi, dan pada masa lalu ditambang oleh penduduk setempat.



**Gambar 10.** Diagram kandungan magnetit pada pasir besi sepanjang Pantai Perairan Pemeungpeuk

**KESIMPULAN**

Pasir besi sepanjang pantai daerah penelitian ditemukan pada pantai berpasir hitam dan pantai berpasir coklat, dengan kandungan mineral magnetit yang tinggi. Pasir besi pada pasir hitam di sebelah barat daerah penelitian (Kecamatan Bungbulang), mempunyai kandungan yang besar antara 6,54%, sampai 13,11%, sedangkan di bagian tengah berkisar antara 6,37% sampai 10,32%. Di ujung timur daerah penelitian kandungan magnetit pada pasir hitam juga tinggi yaitu 9.89%.

Berdasarkan kelimpahan mineral magnetit pada pasir hitam, kemungkinan pasir besi ini berasal dari Formasi Bentang yang ditransport melalui sungai Cikaso, Cikarang dan Cipeleuh, melalui proses pengendapan di sepanjang pantai oleh arus sejajar pantai.

Potensi mineral di daerah penelitian berupa mineral magnetit, ilmenite, hematit, yang mengandung unsur besi, sedangkan limonit dan ilmenite mengandung unsur titanium. Kemudian mineral lain nya adalah hornblenda, piroksen dengan jenis augit dan diopsid, kemudian biotit dan epidot, serta muskovit.

Keberadaan pasir besi menjadi menarik untuk pengembangan usaha tambang, tetapi 200 meter dari garis pantai dilarang untuk usaha penambangan, untuk itu perlu adanya koordinasi antara pemerintah setempat dengan dinas terkait mengenai tata ruang pemanfaatan Pantai Pameungpeuk dikemudian hari.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Dr. Ediar Usman selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, dan teman-teman satu Tim di lapangan. serta kepada rekan-rekan yang telah membantu penyelesaian tulisan ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alzwar, M., 1992, Peta Geologi Lembar Pameungeuk, Jawa Barat, PPPG, Bandung.  
 Austine, GT. (1985), *Shreve's Chemical Procees Industries*, Fith Edition, McGrraw-Hill Book Co., New York,  
 Bird, E. 2008. *Coastal Geomorphology, an introduction*, (second edition), John Willey & Sons. P.  
 Cronan, D. S. 1980. *Underwater Minerals, Department of Geology, College oof science and Technology, London, England*

- Davidson, R. And Arnott. 2010, *Introduction to coastal processes and Geomorphology*, Cambridge University Press.
- Dietrich, G., Kalle, K., and Krauss W. 1980, *General Oceanography*, second edition, Oceanographic Institute, University of Kiel, Germany. John Wiley & Son.
- Dinas Komunikasi dan Informasi Kabupaten Garut, 2015, *Pertambangan*, Pemerintah Kabupaten Garut.
- Dinas Komunikasi dan Informasi Kabupaten Garut, 2017, *Pertambangan* Pemerintah Kabupaten Garut, webmaster@garutkab.go.id.
- Dolan, R., Hayden, B.P., and Vincent, M.K., 1975, *Classification of Coastal Land form of the America, Zeithsechr Geomorphology*, Encyclopedia of Beaches and Coastal Environment.
- Fall, R. 2009. *Sand Dune and Beaches in Virginia: Science and Management*, Center for Coastal Resources Management.
- Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hamphill Publishing Company Austin, Texas, 170 – 174 .
- Guilbert, J.M., and Park, F. C. 1985, *The Geology of Ore Deposits*, W.H. Freeman and Company, New York.
- Lark, R. M., Dove, D., Green, S. L. Richardson, A. E. Stewart, H. and Stevenson, A. 2012, “*Spatial prediction of seabed sediment texture classes by cokriging*” *Sedimentary Geology*, Vol. 281.
- McCave, I.N., and Syvitski, J.P.M., 1991, *Principles and methods of particle size analysis*, In J.P.M. Syvitski (ed.), Principles, Methods, and Applications of Particle Size Analysis, New York, Cambridge University Press, p. 3-21.
- Merten G. H. Capel, P. D. Jean P. Minella, G. 2014. *Effects of suspended sediment concentration and grain size on three optical turbidity sensors*, J Soils Sediments v 14.
- Pellant, 1992, *Rock and Mineral, eye witness handbook*, Dorling Kindersley, London.
- Reading, H. G., 1979, *Sedimentary environments and facies*, Department of Geology and Mineralogy university of Oxford.
- Setyanto, A. dan Setiady, D. Kandungan logam dasar di dalam endapan letakkan pantai dan lepas pantai Periran Pameungpeuk, Garut Jawa Barat, indikasi adanya mineralisasi hydrothermal di darat, BUL. PSDG, Vol. 3.
- Susilohadi. 1985, Perangkat lunak program nomenklatur sedimen dan moment, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. (*Laporan intern PPPGL*).
- Weggel, C. David, D., 2006. *Development of a coastal sand dune management program*. TheSeventh International Conference on HydroScience and Engineering (ICHE). The College of Engineering at Drexel Univeristy in Philadelphia, Pennsylvania.
- Yudhi, N. 2006, Penentuan Kandungan Besi di Dalam Pasir Besi Dengan Menggunakan Alat Titro Processor, *Urania*. Vol. 12 No. 1 Januari 2006.

Diterima	: 5 Mei 2017
Direvisi	: 17 Mei 2017
Disetujui	: 31 Mei 2017

**KARAKTERISTIK REKAHAN BATUBARA  
PADA EKSPLORASI GAS METANA BATUBARA DI CEKUNGAN OMBILIN,  
PROVINSI SUMATERA BARAT**

**CLEAT CHARACTERISTIC ON COALBED METHANE EXPLORATION  
IN OMBILIN BASIN, WEST SUMATRA PROVINCE**

**Muhammad Abdurachman Ibrahim dan Denni Widhiyatna**  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi  
Ibrahim\_lubis@yahoo.com

**ABSTRAK**

Eksplorasi *Coal Bed Methane* atau gas metana batubara telah dilakukan di Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat oleh Pusat Sumber Daya Geologi pada tahun 2009. Daerah ini termasuk dalam Cekungan Ombilin. Pengeboran gas metana batubara mencapai kedalaman 451 meter, menembus Formasi Sawahlunto dengan lingkungan delta. Di daerah ini terdapat 5 lapisan batubara, yaitu A, B, C, D, dan E. Salah satu karakteristik yang dapat diamati adalah rekahan batubara (*cleat*). Analisis *microcleat* digunakan untuk melihat kenampakan maseral, mineral lain, bukaan rekahan (*aperture*), dan spasi rekahan (*spacing*). Analisis ini juga memberikan gambaran porositas dan permeabilitas, serta kandungan gas, berdasarkan ciri fisik bukaan dan spasi rekahan batubara. Analisis ini memberikan gambaran bahwa semakin dalam batubara, maka akan semakin buruk permeabilitasnya, kandungan gas akan baik bila bukaan lebar, menerus, dan tidak terisi mineral, serta semakin bersih batubara dengan kilap gelas. Hal ini akan memberikan rekahan yang banyak dan memiliki komposisi gas metana yang baik.

**Kata kunci:** gas metana batubara, batubara, rekahan, Cekungan Ombilin

**ABSTRACT**

*CBM exploration, which was carried out by the Centre for Geological Resources, is located in Sawahlunto, West Sumatra Province. This area is included in the Ombilin Basin. The coal bed methane drilling reached 451 meters, penetrating the Sawahlunto Formation of the deltaic depositional environment. There are five coal seams, namely A, B, C, D, and E. One of characteristics that can be observed is the coal fracture (cleats). A microcleat analysis is used to view the appearance of maceral, minerals, cleat aperture, and cleat spacing. The analysis also shows the porosity and permeability, as well as gas content, based on physical characteristics of cleat aperture and spacing. The analysis illustrates that deeper coal seam has worse permeability, gas content would be better if cleat wide openings, continuous, and not filled with minerals, as well as clean coal with glassy it would give a lot of fracture and good methane gas composition.*

**Keywords:** coalbed methane, coal, cleat, Ombilin Basin

**PENDAHULUAN**

Endapan batubara di Indonesia cukup melimpah, sehingga menjadi perhatian banyak kalangan terutama para investor. Namun, batubara yang menjadi perhatian tersebut diperuntukkan untuk tambang terbuka, yaitu yang terdapat di antara

permukaan sampai 100 m di bawah permukaan, sedangkan batubara yang terdapat pada kedalaman lebih dari 100 m masih belum terinventarisasi. Kegiatan pengeboran dalam batubara ini dimaksudkan untuk mendapatkan data endapan batubara pada kedalaman lebih dari 100 m yang meliputi kualitas,

kuantitas, permeabilitas dan kandungan gas dalam batubara. Selanjutnya, percontoh-percontoh inti bor batubara tersebut diidentifikasi rekahannya dan dilakukan pengujian *packer test* untuk mengetahui permeabilitas pada lapisan batubara yang akan berguna untuk studi kandungan dan kualitas gas metana di dalam batubara atau *coal bed methane* (CBM).

Maksud penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kehadiran rekahan pada lapisan batubara dan permeabilitas pada setiap lapisan-lapisan batubara di kedalaman tertentu yang diperoleh pada kegiatan pengeboran. Tujuannya yaitu untuk mengetahui hubungan permeabilitas dengan kedalaman lapisan batubara dan kuantitas serta orientasi rekahan pada lapisan batubara. Manfaat penelitian ini untuk membantu menentukan lokasi titik pengeboran eksplorasi CBM yang sesuai dengan kecenderungan kandungan gas pada lapisan batubara sehingga dapat diperoleh data potensi kandungan gas yang optimal.

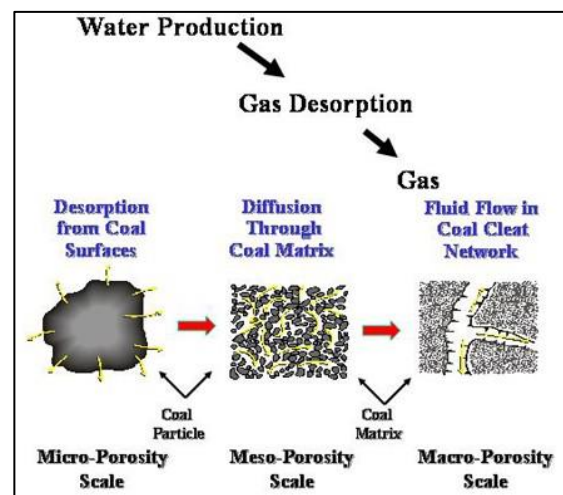
## TINJAUAN PUSTAKA

Lapisan batubara dapat menjadi batuan induk dan reservoir, karena itu gas metana batubara diproduksi secara *in-situ*, tersimpan pada *macropore*, *mesopore*, dan *micropore* (Gambar 1). Gas tersebut tersimpan pada rekahan dan sistem pori pada batubara hingga pada saat air mengubah tekanan pada reservoir. Gas kemudian keluar melalui matriks batubara dan mengalir melalui rekahan sampai pada sumur (Gambar 2). Gas tersebut sering kali terjebak pada rekahan-rekahan (*cleat*) batubara (Flores, 2004).

Sistem rekahan pada batubara sangat penting untuk dipelajari, karena permeabilitas ditentukan dari rekahan-rekahan batubara ini. Walaupun batubara mempunyai porositas yang besar, tetapi

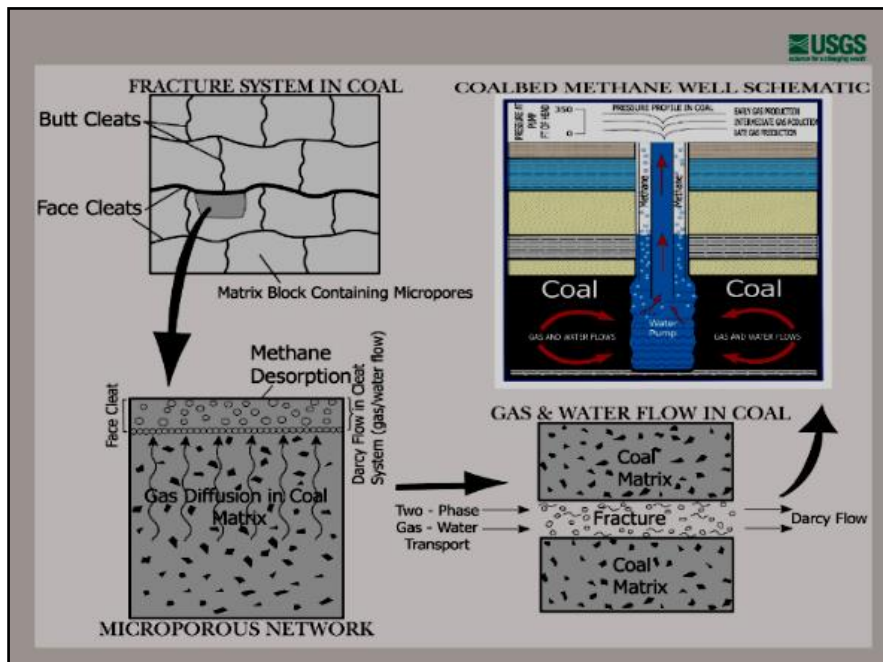
sistem rekahan ini merupakan jalan utama alamiah dari gas dan air yang dapat mempengaruhi ekonomis tidaknya suatu program pengembangan eksplorasi gas dalam batubara. Kehadiran rekahan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor meliputi mekanisme pengendapan, maseral pembentuk, derajat pembatubaraan, dan kejadian tektonik (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).

Rekahan-rekahan pada batubara dapat terbentuk bersamaan dengan proses pembatubaraan dan atau pengaruh tektonik. Rekahan yang dipengaruhi oleh tektonik tidak ada bedanya dengan rekahan dari proses pembatubaraan. Rekahan yang terjadi pada saat pembatubaraan terjadi karena memadatnya batubara oleh pengaruh tekanan dan temperatur. Rekahan tersebut umumnya ortogonal dan hampir tegak lurus dengan perlapisan. Orientasi dan kehadiran rekahan batubara dalam lapisan batubara memengaruhi pemilihan tata letak tambang dan sumur bor, arah pengambilan batubara, serta aplikasi teknologi eksplorasi dan eksploitasi batubara (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).



**Gambar 1.** Kaitan antara porositas mikro, meso, dan makro (Brenda, 1993)





**Gambar 2.** Gambar skematik gas metana dari matriks menuju sumur (USGS, 2006 dalam Cahyono dan Simatupang, 2007)

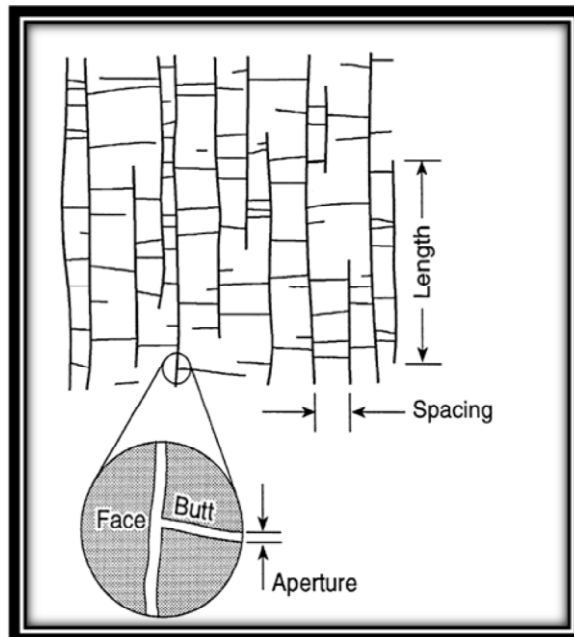
Secara geometri, rekahan pada batubara dibagi menjadi dua, yaitu *face cleat*, rekahan yang bersifat lebih menerus, sebagai rekahan primer, bidang rekahan ini biasanya tegak lurus dengan bidang perlapisan, dan *butt cleat*, rekahan yang kurang menerus, kemenerusan dibatasi oleh *face cleat*, bidang rekahan ini tegak lurus dengan *face cleat*. Komponen lain dalam rekahan batubara yaitu bukaan (*aperture*) yang merupakan dimensi celah yang terbuka dalam rekahan tersebut, dan spasi (*spacing*) yang merupakan dimensi jarak antar rekahan (Gambar 3;–Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).

Spasi dan bukaan dalam rekahan batubara dipengaruhi oleh peringkat batubara, tebal lapisan, dan maseral. Spasi dan bukaan rekahan batubara berkurang dari peringkat batubara subbituminus hingga bituminus zat terbang rendah-sedang (*medium-low volatile bituminous*), kemudian bertambah lagi pada peringkat batubara antrasit. Keadaan ini disebabkan oleh derajat pematubaraan yang naik, sehingga akibat pengaruh tekanan dan temperatur, rekahan-rekahan yang ada cenderung

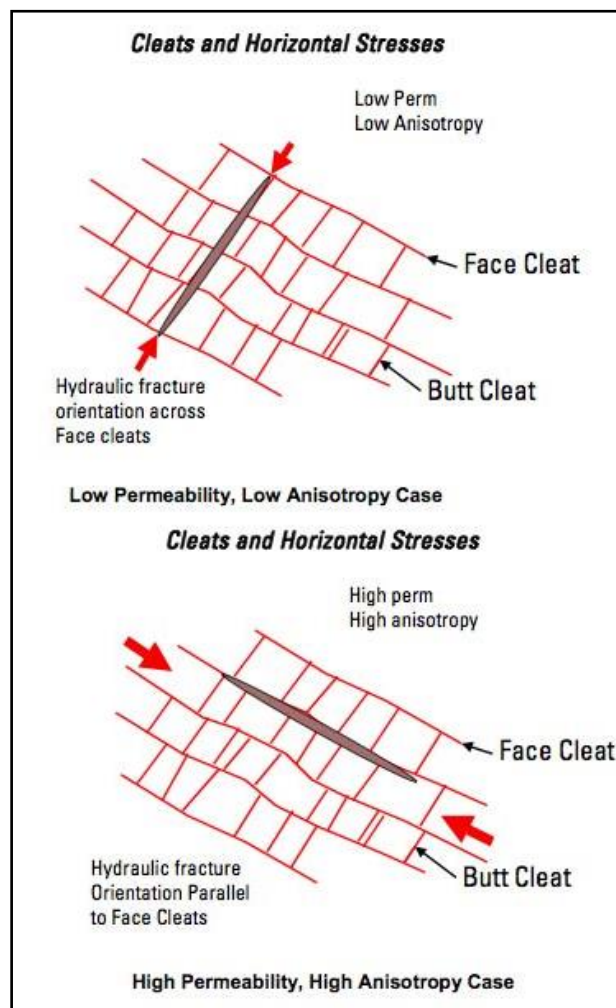
mengecil (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).

Tebal lapisan batubara memengaruhi perkembangan rekahan. Lapisan batubara yang tipis membuat rekahan berkembang, sedangkan lapisan batubara yang tebal rekahan kurang berkembang. Lapisan batubara yang mempunyai ciri batubara mengilap (*kilap gelas*), biasanya dibentuk oleh maseral yang kaya vitrinit, mempunyai rekahan yang banyak. Batubara yang kurang mengilap (*dull*) juga ditemukan rekahan, tetapi kurang berlimpah dibandingkan lapisan batubara yang mengilap (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).

Arah gaya tektonik (*stress*) yang terjadi pada daerah penelitian juga memengaruhi permeabilitas (Gambar 4). Bila arah gaya tektonik sejajar dengan arah *face cleat* batubara, maka permeabilitas akan besar. Sebaliknya, bila arah gaya tektonik tegak lurus dengan arah *face cleat*, maka permeabilitas akan kecil. Hal ini disebabkan karena tekanan yang diberikan bukan melewati *face cleat*, melainkan melalui *butt cleat* (Olsen dkk., 2003).



Gambar 3. Komponen dalam rekahan batubara (Indobarambai Gas Methane)



Gambar 4. Gambar ilustrasi rekahan terhadap tekanan di dalam batubara (Olsen dkk., 2003)

## GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Lembah Segar, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis, lokasi ini terletak pada koordinat  $0^{\circ}36'00''$ - $0^{\circ}42'00''$  LS dan  $100^{\circ}45'00''$ - $100^{\circ}48'00''$  BT. Secara regional, daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Ombilin (Gambar 5).

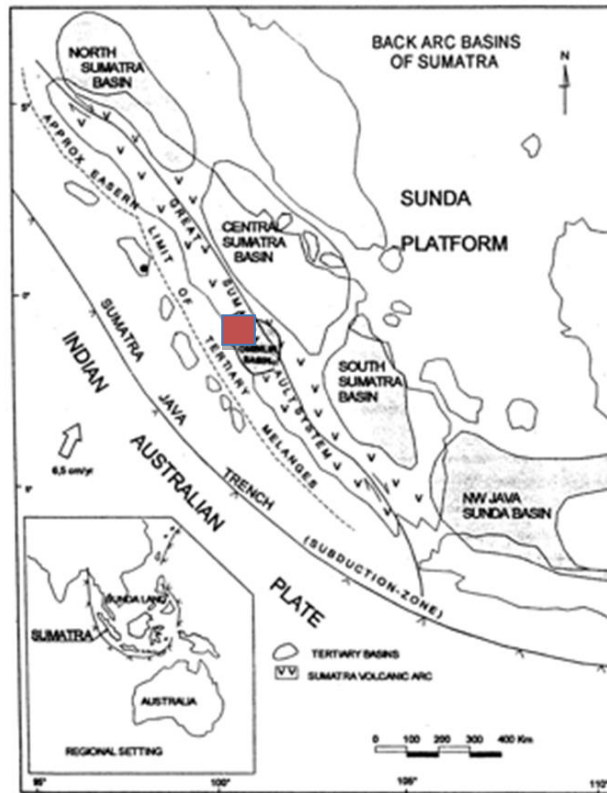
Cekungan Ombilin merupakan cekungan antargunung (*intermountain basin*). Cekungan ini merupakan sebuah graben dengan tektonik ekstensional dan struktur yang kompleks. Jurus perlapisan batuan pada daerah penelitian relatif utara-selatan dan kemiringan batuan relatif ke arah timur dengan sudut antara  $15^{\circ}$ -  $35^{\circ}$ . Daerah penelitian termasuk ke dalam homoklin, karena perlapisan batuan mempunyai arah kemiringan yang relatif sama.

Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari Formasi-formasi (Silitonga dan Kastowo, 1975): Sawahlunto, Sawahtambang Anggota Rasau, dan Sawahtambang (Gambar 6). Formasi Sawahlunto Eosen merupakan sedimen Tersier yang paling tua yang tersingkap pada daerah penelitian. Formasi ini merupakan formasi pembawa batubara, terdiri dari perulangan serpih dan batulanau dengan sisipan batupasir halus dengan struktur laminasi sejajar, lingkungan pengendapan delta pada batubara (bagian bawah Formasi Sawahlunto) dan sungai kekelokan

(*meander*) pada bagian atas (Noeradi dkk., 2005). Lingkungan pengendapan ini terpengaruh oleh adanya fluktuasi muka air laut. Hal ini diperlihatkan oleh hadirnya pirit berdasarkan analisis petrografi batubara. Lingkungan pengendapan ini diperkuat oleh adanya batuan sedimen klastik halus sebagai pengotor pada saat muka air laut naik.

Formasi Sawahtambang Anggota Rasau berumur Oligosen, terletak selaras di atas Formasi Sawahlunto, terdiri dari perulangan batupasir konglomeratan dan batupasir sangat kasar berwarna coklat kemerah-merahan dengan sisipan batulanau dan batulempung berwarna abu-abu sampai ungu, fragmen utama kuarsa, lingkungan pengendapan dataran banjir dengan sungai kekelokan yang rendah lekukannya (Koesoemadinata dan Matasak, 1981).

Formasi Sawahtambang berumur Oligosen, terletak selaras di atas Formasi Sawahtambang Anggota Rasau, terdiri dari batupasir halus sampai sangat kasar bahkan konglomeratik dengan fragmen yang dominan kuarsa. Batulempung, serpih, dan batulanau hanya setempat saja, berwarna abu-abu muda sampai coklat, terlihat struktur sedimen silang siur dan laminasi sejajar dengan sekuen menghalus ke atas, lingkungan pengendapan dataran banjir dengan sungai kekelokan yang rendah lekukannya (Koesoemadinata dan Matasak, 1981).



Gambar 5. Lokasi Penelitian dalam Cekungan Ombilin (Koesoemadinata&Matasak, 1981)

UMUR	NAMA FORMASI		TEBAL (M)	LINKUNGAN PENGENDAPAN	
	PH.SILITONGA & KASTOWO (1995)	RP.KOESOEMADINATA & T.MATASAK (1981)			
KUARTER	Tuf Basal			Terestrial	
	Tuf Batuapung	F. Ranau			
PLIOSEN	Volkanik tak terpisahkan				
MIOSEN	Akhir				
	Tengah	Angg. Atas F.Ombilin	F. Ombilin	1400	Neritik
	Awal	Angg. Bawah F.Ombilin	Angg. Poro	300	Braided River
		F. Sangkarewang	F. Sawahambang	600	
OLIGOSEN	Akhir	F. Brani	Angg. Rasau	300	Meandering
	Tengah		F. Sawahlunto	190	Meandering & Swamp (flood plain)
EUSEN			F. Sangkarewang	1400	Lacustrin Alluvial Fan
			F. Brani		
PALEOSEN					
KAPUR					
YURA					
TRIAS					
		F. Tuhur	F. Tuhur		
PERM		F. Silungkang	F. Silungkang		
KARBON					
		F. Kuantan	F. Kuantan		

Gambar 6. Stratigrafi Cekungan Ombilin (Koesoemadinata&Matasak,1981)

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengeboran batuan inti (*full coring*) menggunakan mesin bor *Long Year 38*, secara vertikal, sampai kedalaman 451 meter. Lokasi titik bor diberi notasi AD-01 di wilayah Air Dingin, Sawahlunto.

Pengukuran kandungan gas dengan metode langsung menggunakan karakteristik pelepasan gas dari batubara (*desorption*). Batubara yang keluar dari hasil pengeboran, berupa batuan inti (*core*), dimasukkan ke dalam tabung (kanister) yang tertutup rapat untuk dilakukan pengukuran gasnya. Komposisi gas diuji menggunakan gas *chromatography*.

Analisis laboratorium berupa analisis petrografi organik, proksimat, nilai kalori batubara, dan *adsorption isotherm*. Analisis petrografi organik dilakukan untuk melihat material organik (maseral) pembentuk batubara serta reflektansi vitrinit. Analisis proksimat menentukan jumlah air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), abu (*ash*), karbon tertambat (*fixed carbon*), berat jenis, dan nilai kalori batubara. Analisis adsorption isotherm merupakan metode penghitungan kandungan gas secara tidak langsung dengan cara menghitung jumlah gas yang dapat diserap oleh batubara dengan tekanan pada temperatur tertentu.

Analisis rekahan batubara dengan mengukur *face cleat* dan *butt cleat* pada singkapan batubara. *Microcleat* dilihat di bawah mikroskop untuk melihat bukaan dan spasi rekahan batubara tersebut. Porositas dan permeabilitas dihitung berdasarkan hasil analisis rekahan batubara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lapisan Batubara

Formasi pembawa batubara di daerah penelitian adalah Formasi Sawahlunto bagian bawah berumur Eosen. Berdasarkan hasil pengeboran di lokasi AD-01 (Tabel 1) didapatkan lapisan batubara A, B, C, D, dan E. Lapisan batubara A secara megaskopis berwarna hitam, mengilap (*bright*), terdapat rekahan batubara, dan ada lapisan pengotor dengan tebal 2 cm-5 cm. Di bagian atas dan di bawah lapisan batubara terdapat batulempung dan batulempung karbonan.

Lapisan batubara B secara megaskopis relatif sama dengan lapisan batubara A. Di atas dan di bawah lapisan batubara B terdapat batulempung dan sedikit batulempung karbonan.

Lapisan batubara C merupakan lapisan yang paling tebal dengan kualitas yang lebih baik dari batubara di atasnya. Di dalam lapisan batubara C terdapat tiga lapisan pengotor yang tebalnya mencapai 5 cm. Di atas dan di bawah lapisan batubara C terdapat batulempung dan sedikit batulempung karbonan.

Batubara di Sawahlunto memiliki kandungan vitrinit yang dominan antara 80% s.d. 99%, liptinit antara 1% s.d. 9%, dan inertinit sangat sedikit, maksimum hingga 6%. Sklerotinit sangat dominan pada kelompok maseral inertinit. Nilai reflektansi vitrinit antara 0,66% s.d. 0,80%. Nilai tersebut dalam plot peringkat batubara termasuk ke dalam bituminus zat terbang tinggi. Nilai kalori batubara antara 7.434 kal/gr s.d. 7.646 kal/gr (adb). Komposisi maseral batubara ini relatif sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh para penyelidik terdahulu di daerah ini (Santoso dan Daulay, 2007; Daulay dan Santoso, 2008; Belkin dkk., 2009; Santoso, 2017).

Litologi berdasarkan pengeboran pada kedalaman 0 meter-332,10 meter merupakan Formasi Sawahtambang Anggota Rasau dicirikan oleh batupasir berbutir halus sampai kasar, bahkan konglomeratan, dengan fragmen kuarsa, berwarna coklat kemerahan sampai keunguan, sisipan batulanau dan batulempung berwarna abu-abu kemerahan sampai keunguan, sedangkan kedalaman 332,10 meter-451,00 meter merupakan Formasi Sawahlunto dicirikan oleh batulempung berwarna abu-abu tua kecoklatan sisipan batupasir halus dan batubara.

Sklerotinit dan pirit hadir cukup banyak pada percontoh kedalaman 382 meter-383 meter dan kedalaman 392 meter-393 meter. Keberadaan sklerotinit sebagai penanda bahwa lapisan batubara berada di dekat permukaan, sedangkan pirit sebagai penanda fluktuasi muka air laut (Belkin dkk., 2009; Santoso, 2017).

Kedalaman batubara 382 meter-383 meter diendapkan saat muka air laut turun dan dekat permukaan, kemudian pengaruh air laut hilang dan pengendapan batubara terus menebal, hingga pada saat air laut kembali naik dan batubara kembali dekat ke permukaan pada kedalaman 392 meter- 393 meter. Kondisi seperti ini diinterpretasikan sebagai pengendapan batubara pada lingkungan delta.

**Kandungan dan Komposisi Gas**

Persentase kandungan CH<sub>4</sub> mendominasi gas yang lainnya. Kandungan CH<sub>4</sub> pada lapisan batubara B antara 82,65%-85,88%, dengan rata-rata 84,26% atau 181,97 scf/ton; lapisan batubara C antara 51,11%-70,49% rata-rata 61,38% atau 218,50 scf/ton; lapisan batubara D sebesar 61,16% atau 116,27 scf/ton, dan lapisan batubara E sebesar 57,97% atau 89,16 scf/ton (Tabel 2).

**Tabel 1.** Batubara hasil pengeboran di lokasi AD-01 (Tim Pemboran Dalam Batubara, 2009)

Lapisan	Kedalaman Batubara (m)		Tebal (m)	Keterangan
	Dari	Sampai		
A	348,42	348,50	0,08	Batubara mengilap
	348,50	351,35	2,85	Lempung batubaraan
	351,35	351,55	0,20	Batubara mengilap
	351,55	352,05	0,50	Lempung batubaraan
	352,05	352,15	0,10	Batubara mengilap
B	369,75	371,50	1,75	Batubara mengilap
C	380,24	393,80	13,56	Batubara mengilap
D	398,20	399,70	1,50	Batubara mengilap
E	401,30	402,20	0,90	Batubara mengilap

**Tabel 2.** Hasil kandungan dan komposisi gas di lokasi AD-01 (Tim Pemboran Dalam Batubara, 2009)

Lapisan Batubara	Kandungan Gas (Scf/ton)	Kandungan Gas (M3/ton)	Fraksi Metana (%)	Kandungan Metana (Scf/ton)
B	216,32	6,13	84,26	181,97
C	355,97	10,08	61,38	218,50
D	190,12	5,38	61,16	116,27
E	153,82	4,36	57,97	89,16

**Tabel 3.** Hasil *adsorption isotherm* (Tim Pemboran Dalam Batubara, 2009)

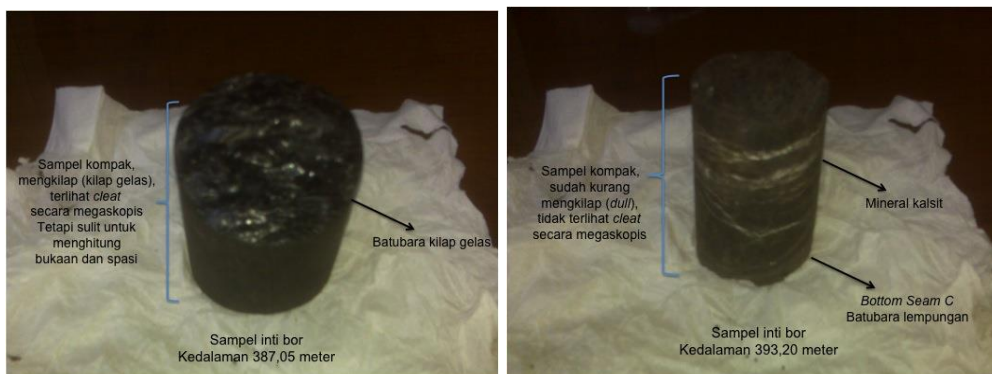
Kode perconto	Volume dan Tekanan Langmuir				Kapasitas Simpan (m <sup>3</sup> /ton)	
	V <sub>L</sub> (m <sup>3</sup> /ton)	V <sub>L</sub> (scf/ton)	P <sub>L</sub> (kPa)	P <sub>L</sub> (PSI)	as received	daf
AD-1/B	21	742	6932	1005	7,26	13,75
AD-1/C	61	2154	13702	1987	13,73	15,89

Hasil pengujian *adsorption isotherm* menunjukkan bahwa kapasitas simpan (*storage capacity*) gas metana pada lapisan batubara B kedalaman 370 meter dengan tekanan hidrostatik 3.755 kPa sebesar 7,26 m<sup>3</sup>/ton (*as received*), sedangkan untuk lapisan batubara C kedalaman 393 meter dengan tekanan hidrostatik 3.979 kPa sebesar 13,73 m<sup>3</sup>/ton (*as received*) (Tabel 3; Gambar 7). Hasil pengukuran langsung kandungan gas metana pada lapisan batubara B baru mencapai 181,97 scf/ton atau 5,16 m<sup>3</sup>/ton, dan pada lapisan batubara C baru mencapai 218,50 scf/ton atau 6,18 m<sup>3</sup>/ton. Berdasarkan hasil *adsorption isotherm* dibandingkan dengan hasil *desorption*, maka kandungan gas metana pada daerah penelitian masih dapat meningkat lagi.

**Rekahan Batubara**

Permeabilitas dalam batubara bergantung kepada rekahan batubara. *Microcleat* yang telah diidentifikasi dihubungkan dengan porositas dan permeabilitas batubara. Percontoh batuan yang dianalisis *microcleat* terdiri dari sepuluh percontoh, satu percontoh dari lapisan batubara B, dan sembilan percontoh dari lapisan batubara C (Tabel 4).

*Microcleat* yang diamati di bawah mikroskop dihitung spasi, bukaan, dan diamati juga kandungan mineralnya. Spasi dan bukaan dihitung sebanyak-banyaknya, kemudian dirata-ratakan untuk dilakukan perhitungan dengan rumus. Untuk menghitung porositas dan permeabilitas berdasarkan pengamatan spasi dan bukaan (Suarez-Ruiz dan Crelling, 2008).



**Gambar 7.** Percontoh inti bor kedalaman 387,05 meter dan 393,20 meter yang akan dianalisis

**Tabel 4.** Percontoh analisis *microcleat* dan hasil perhitungan porositas permeabilitas.

Kedalaman (meter)	Lapisan Batubara	Porositas (%)	Permeabilitas (mD)
370,50	B	6,95	28,28
380,24	C	5,81	16,55
382,89	C	5,94	17,73
383,05	C	6,08	18,96
384,25	C	5,46	13,73
386,05	C	5,34	12,87
387,05	C	5,29	12,51
392,50	C	4,43	7,35
393,00	C	3,54	3,74
393,20	C	3,46	3,48

Suarez-Ruiz dan Crelling (2008) mengadopsi Harpalani dan Chen (1995) dalam menentukan porositas dan permeabilitas dari spasi dan bukaan rekahan batubara. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Porositas } \Phi = 100 \cdot 2a / s$$

$$\text{Permeabilitas } k = a^3 / 12s$$

Keterangan:

a = bukaan

s = spasi

Analisis *microcleat* kedalaman 370,50 meter bagian dari lapisan batubara B, memperlihatkan rekahan yang banyak, sebagian terisi mineral, bukaan sangat lebar di beberapa tempat, tetapi rekahan cenderung setempat-setempat, sehingga kemenerusan rekahan buruk (Gambar 8).

Perbedaan yang cukup terlihat pada analisis *microcleat* kedalaman 380,24 meter merupakan bagian atas (*top*) dari lapisan batubara C, memperlihatkan rekahan yang banyak, bukaan tidak terlalu lebar, bukaan yang lebar cenderung diisi mineral, mulai terlihat mineral pirit, rekahan menerus. Hasil perhitungan porositas maupun permeabilitas menurun dari lapisan batubara B seiring bertambahnya kedalaman (Gambar 8).

Analisis *microcleat* kedalaman 382,89 meter memperlihatkan rekahan yang tidak terlalu banyak tetapi bukaan lebar, terlihat *face cleat* dan *butt cleat* dengan baik, mineral pirit cukup banyak, rekahan menerus tetapi di sisi-sisi rekahan terdapat mineral.

Analisis *microcleat* kedalaman 383,05 meter masih serupa dengan kedalaman 382,89 meter dikarenakan jarak antar keduanya sangat dekat. *Microcleat* memperlihatkan rekahan yang tidak banyak tetapi bukaan lebar, rekahan dengan bukaan sempit cenderung tidak menerus, pirit dan sklerotinit sangat jelas terlihat berkumpul membentuk suatu sebaran.

Nilai permeabilitas dan porositas semakin mengecil pada kedalaman 384,25 meter. Analisis *microcleat* pada kedalaman 384,25 meter memperlihatkan rekahan yang banyak, bukaan sempit, bukaan yang lebar cenderung diisi mineral, spasi rekahan tidak terlalu jauh, mineral pirit mulai tidak ditemukan, rekahan menerus.

Analisis *microcleat* kedalaman 386,05 meter dapat terlihat dengan baik *face cleat* dan *butt cleat*. *Microcleat* memperlihatkan rekahan yang banyak, bukaan sempit, rekahan banyak yang terisi mineral, *face cleat* dan *butt cleat* terkadang bersatu, beberapa rekahan besar bercabang menjadi dua rekahan yang kecil, kemenerusan rekahan kurang baik.

Masih serupa dengan kedalaman 386,05 meter, analisis *microcleat* pada kedalaman 387,05 meter memperlihatkan rekahan yang bervariasi, terdapat rekahan yang lebar setempat-setempat dan terisi mineral, rekahan yang sempit terkadang kemenerusannya terputus oleh adanya *butt cleat* yang bersatu dengan *face cleat*.

Pengamatan pada kedalaman 392,50 meter merupakan pengamatan pada bagian bawah lapisan batubara C. Analisis *microcleat* pada kedalaman ini memperlihatkan rekahan yang sedikit, rekahan yang lebar sangat sedikit dan terisi mineral, rekahan yang sempit bentuknya tidak lurus menerus tetapi cenderung patah-patah dan hancur, mineral pirit dan maseral sklerotinit mulai terlihat jelas kembali. Penurunan hasil perhitungan nilai porositas dan permeabilitas mulai terlihat. Hal ini disebabkan rekahan batubara yang mulai sempit seiring bertambahnya kedalaman lapisan batubara.

Pada percontoh batuan inti kedalaman 393,00 meter dan 393,20 meter terlihat batubara yang sudah kurang mengilap (*dull*) dan terisi mineral. Analisis *microcleat* pada kedalaman 393,00 meter memiliki rekahan yang sedikit, rekahan yang lebar maupun sempit sama-sama terisi mineral, rekahan dengan bukaan yang sempit lebih mendominasi, kemenerusan rekahan



buruk karena rekahan hancur. Nilai porositas dan permeabilitas yang didapatkan dari hasil perhitungan sangat jauh berbeda dari kedalaman sebelumnya.

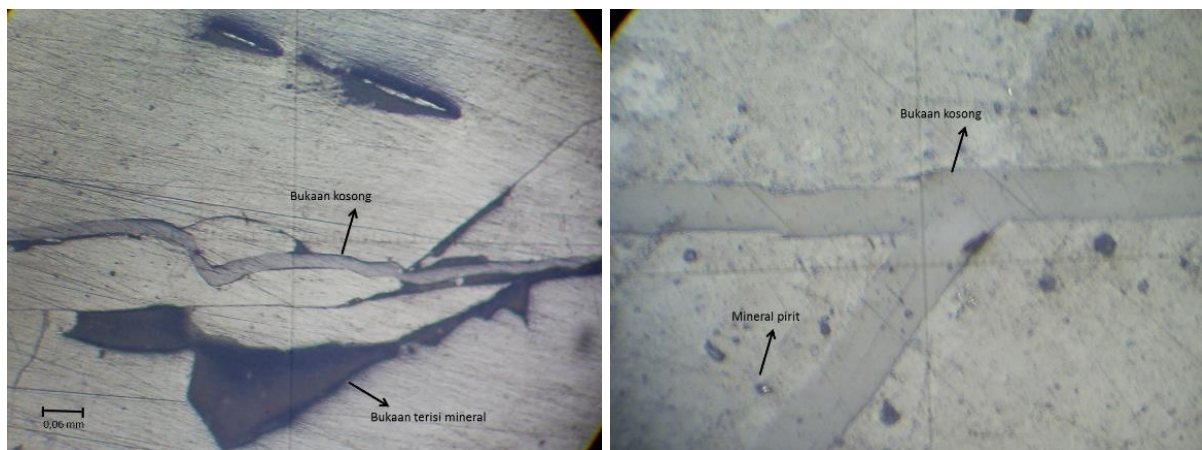
Analisis *microcleat* pada kedalaman 393,20 meter masih serupa dengan kedalaman 393,00 meter. *Microcleat* terlihat sedikit, bukaan rekahan sempit, tidak menerus dan terisi mineral, mineral pirit masih jelas terlihat, kenampakan petrografi keruh diinterpretasikan banyak mineral lempung mulai masuk. karena percontoh ini merupakan dasar lapisan batubara C.

Analisis *microcleat* memberikan gambaran bahwa bukaan sempit, tidak menerus, terisi mineral, spasi yang jauh, dan rekahan yang sedikit, akan memberikan nilai permeabilitas yang buruk. Sebaliknya, bukaan yang lebar, menerus, tidak terisi mineral, spasi yang dekat, dan rekahan yang banyak, akan memberikan nilai permeabilitas yang baik.

Porositas yang besar dipengaruhi oleh adanya rekahan yang lebar serta dari matriks batubara itu sendiri. Gas metana akan difusi dari matriks menuju rekahan batubara. Rekahan batubara tetap

merupakan porositas yang utama dalam batubara, sehingga semakin lebar bukaan rekahan batubara, maka akan semakin baik porositas batubara. Semakin dalam batubara, maka akan semakin buruk porositas dan permeabilitas. Ciri-ciri fisik memburuknya permeabilitas yang dapat terlihat dengan baik adalah menurunnya jumlah rekahan, bukaan rekahan yang semakin sempit, dan rekahan yang semakin tidak menerus. Adanya mineral yang mengisi rekahan juga menjadi hambatan bagi gas untuk mengalir (Gambar 9 dan 10).

Batubara yang secara megaskopis terlihat mengilap (kilap gelas) akan cenderung memberikan *microcleat* yang lebih baik dibandingkan dengan batubara yang kurang mengilap. Batubara pada bagian atas atau bawah dari suatu lapisan batubara akan cenderung banyak pengotor. Pengotor akan mengurangi porositas dan permeabilitas suatu lapisan batubara karena rekahan batubara akan cenderung tertutup oleh pengotor tersebut. Dengan analisis *microcleat* ini, selain dapat mengidentifikasi maseral, melihat mineral lain, juga dapat mengetahui lingkungan pengendapan, porositas, dan permeabilitas secara lebih komprehensif.

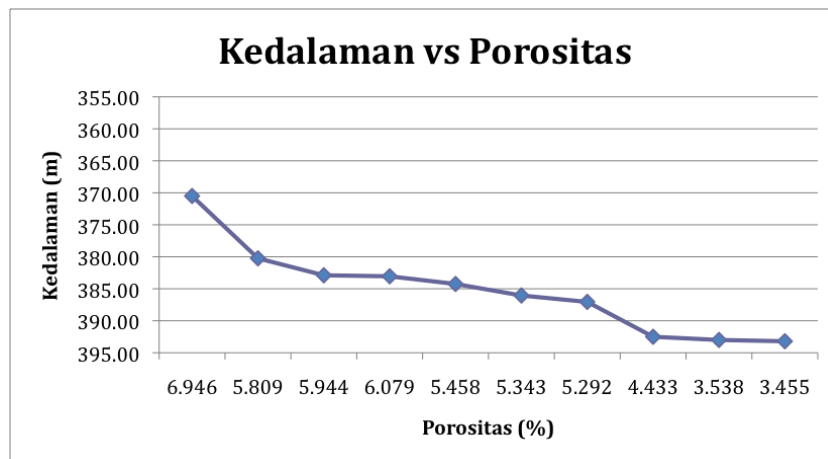


**Gambar 8.** Kenampakan *microcleat* pada percontoh inti batubara di kedalaman 370,50 meter (kiri) dan 380,24 meter (kanan)

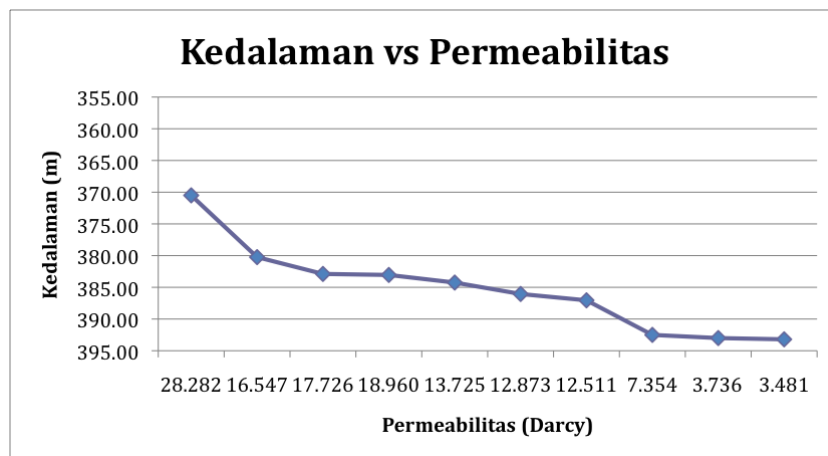
Kandungan gas akan baik bila bukaan lebar, menerus, dan tidak terisi mineral. Kandungan gas juga baik bila bukaan sempit, tetapi jumlah rekahan banyak dan spasi rekahan dekat. Beberapa percontoh memperlihatkan bukaan yang bervariasi, baik dari bukaan yang lebar, sampai bukaan yang sempit. Variasi ini bila dominan bukaan lebar walaupun kadang terisi mineral, tetap akan memberikan kandungan gas yang besar. Bukaan lebar tetapi hanya setempat-setempat dan tidak menerus akan cenderung memiliki kandungan gas yang buruk (Gambar 11).

Kebersihan percontoh batubara juga memengaruhi kandungan dan komposisi gas. Percontoh batubara murni dengan kilap gelas, akan memberikan rekahan yang banyak dan menyumbang komposisi gas metana yang banyak pula. Sebaliknya, batubara lempungan akan

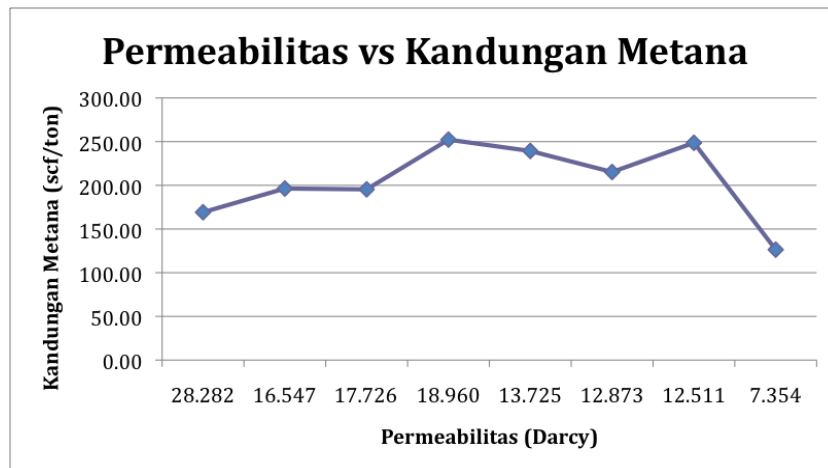
memberikan rekahan yang buruk, sempit, kecil, dan tidak menerus. Komposisi gas metana pada batubara lempungan juga tidak akan sebaik batubara murni. Batubara kilap gelas disusun oleh kelompok maseral yang kaya vitrinit, sehingga akan memberikan kandungan dan komposisi gas metana yang baik. Kelompok maseral inertinit yang diperlihatkan oleh sklerotinit, akan cenderung mengurangi kandungan dan komposisi gas metana, karena kelompok maseral ini lebih sulit untuk proses hidrogenisasi. Faktor lain yang memengaruhi komposisi gas adalah kandungan unsur mineral, sebagai mineral pengotor, yang dapat mengurangi komposisi gas metana dalam batubara. Mineral pirit sebagai sulfur sekunder diinterpretasikan memberikan peranan dalam mengurangi komposisi gas metana dalam batubara.



**Gambar 9.** Plot kedalaman terhadap porositas



**Gambar 10.** Plot kedalaman terhadap permeabilitas



Gambar 11. Plot permeabilitas terhadap kandungan metana

Arah utama bidang rekahan utama (*face cleat*) adalah baratlaut-tenggara dan utara-selatan. Arah *face cleat* akan paralel dan berhubungan dengan arah kumpulan rekahan regional, sedangkan arah *butt cleat* tidak akan berhubungan dengan arah kumpulan rekahan regional.

Agar dapat menghasilkan gas metana batubara yang optimal, titik bor selanjutnya diinterpretasikan tidak searah dengan arah utama dari kumpulan *face cleat* tersebut, melainkan tegak lurus arah utama dari kumpulan *face cleat* tersebut, yaitu berarah timurlaut-baratdaya dan barat-timur. Hal yang sama juga digunakan untuk bor horizontal, agar dapat menembus beberapa rekahan batubara utama, dengan menggunakan arah yang tegak lurus dari kumpulan *face cleat* tersebut. Dengan demikian, bor horizontal akan efektif menembus beberapa rekahan utama, sehingga diharapkan gas metana batubara yang keluar terdiri dari beberapa reservoir rekahan batubara.

Arah gaya utama yang membentuk *face cleat* pada daerah penelitian berarah timurlaut -baratdaya, sama dengan arah gaya tektonik yang terjadi pada saat ini. Arah gaya utama tektonik saat ini tidak sejajar dengan arah utama kumpulan *face cleat*, sehingga permeabilitas akan cenderung terhambat. Fluida yang melalui *face cleat* tidak akan terbantu terdorong keluar oleh gaya utama tektonik saat ini,

tetapi fluida dalam *butt cleat* akan terbantu terdorong untuk keluar melalui *face cleat*.

**KESIMPULAN**

Analisis *microcleat* memberikan gambaran bahwa semakin dalam batubara, maka akan semakin buruk permeabilitasnya. Ciri-ciri fisik memburuknya permeabilitas antara lain menurunnya jumlah rekahan, bukaan rekahan yang semakin sempit, dan rekahan yang semakin tidak menerus. Adanya mineral yang mengisi rekahan juga menjadi hambatan bagi gas untuk mengalir

Analisis *microcleat* menunjukkan bahwa kandungan gas akan lebih optimal bila bukaan lebar, menerus, dan tidak terisi mineral. Kandungan gas juga lebih optimal bila bukaan sempit tetapi jumlah rekahan banyak dan spasi rekahan dekat. Rekahan dengan dominasi bukaan lebar walaupun terisi mineral, tetap akan memberikan kandungan gas yang besar. Bukaan besar tetapi hanya setempat-setempat dan tidak menerus akan cenderung memiliki kandungan gas yang buruk

Percontoh batubara murni dengan kilap gelas, akan memberikan rekahan yang banyak dan menyumbang komposisi gas metana yang banyak. Sebaliknya, batubara lempungan akan memberikan rekahan yang buruk, sempit, kecil, dan tidak menerus.

Kandungan unsur mineral, sebagai mineral pengotor, dapat mengurangi komposisi gas metana. Mineral pirit sebagai sulfur sekunder memberikan peranan dalam mengurangi komposisi gas metana. Kehadiran sklerotinit yang merupakan kelompok maseral inertinit yang sulit untuk proses hidrogenisasi, juga dapat berperan dalam mengurangi komposisi gas metana.

Untuk mendapat gas metana yang optimal, disarankan titik bor selanjutnya tidak searah arah utama *face cleat*, melainkan tegak lurus arah utama *face cleat*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, Kepala Bidang Batubara dan Ir. Deddy Amarullah yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk memperoleh data. Penulis juga mengucapkan terimakasih Prof. Dr. Ir. Eddy Ariyono Subroto, Ir. Benyamin Sapiie, Ph.D., Dr. Ir. Hadiyanto, M.Sc., serta rekan-rekan kerja di Bidang Batubara dan Laboratorium PSDMBP yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Belkin, H.E., Tewart, S.J., Hower, J.C., Stucker, J.D. and O'Keefe, J.M.K., 2009. Geochemistry and petrology of selected coal samples from Sumatra, Kalimantan, Sulawesi and Papua, Indonesia. *International Journal of Coal Geology*, 77 (2009), 260-268.
- Brenda, P., 1993, Coalbed Methane in the Forest City Basin, <http://energy.usgs.gov/factsheets/Forest/fig1.html>. Diunduh pada 10 Maret 2010.
- Cahyono, E.B., dan Simatupang, D.P., 2007, *Laporan Training Coalbed Methane United States Geological Survey, Denver, Colorado*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Daulay, B. and Santoso, B., 2008. Characteristics of selected Sumatran Tertiary coals regarding their petrographic analyses. *Indonesian Mining Journal*, vol.11, no.10, 1-18.
- Flores, R.M., 2004, *Coalbed Methane in The Powder River Basin, Wyoming and Montana: An Assessment of The Tertiary-Upper Cretaceous Coalbed Methane Total Petroleum System*, United States Geological Survey, Denver.
- Indobarambai Gas Methane, *Procedure of Cleat Measurement*.
- Koesoemadinata, R.P. dan Matasak, T., 1981, Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatra (West Sumatra Province), *Proceedings of Indonesian Petroleum Association, 10<sup>th</sup> Annual Convention*, 217-249.
- Noeradi, D., Djuhaeni, Simanjuntak, B., 2005, Rift Play in Ombilin Basin Outcrop, West Sumatra, *Proceedings of Indonesian Petroleum Association, 30<sup>th</sup> Annual Convention*, 39-51.
- Olsen, T.N., Brenize, G., Frenzel, T., 2003, Improvement Processes for Coalbed Natural Gas Completion and Stimulation, *Society of Petroleum Engineers, SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, SPE 84122, 1-16.
- Santoso, B., 2017. Petrographic characteristics of selected Tertiary coals from western Indonesia according to their geologic aspects. *Indonesian Mining Journal*, vol.20, no.1, 1-30.
- Santoso, B. and Daulay, B., 2007. Comparative petrography of Ombilin and Bayah coals related to their origin. *Indonesian Mining Journal*, vol.10, no.9, 1-12.
- Silitonga, P.H. dan Kastowo, 1975, *Peta Geologi Lembar Solok, Sumatra, Peta Geologi bersistem Sumatera*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Suarez-Ruiz, I. dan Crelling, J.C., 2008,  
*Applied Coal Petrology*, Elsevier,  
Burlington.

Tim Pemboran Dalam Batubara, 2009,  
*Laporan Pemboran Dalam  
Batubara Di Cekungan Ombilin,  
Sawahlunto, Provinsi Sumatra  
Barat*, Pusat Sumber Daya  
Geologi, Bandung.

Diterima	: 2 Mei 2017
Direvisi	: 16 Mei 2017
Disetujui	: 31 Mei 2017



**CEBAKAN NIKEL LATERIT DI PULAU GAG, KABUPATEN RAJA AMPAT,  
PROVINSI PAPUA BARAT**

**LATERITIC NICKEL DEPOSIT ON GAG ISLAND, RAJA AMPAT REGENCY,  
WEST PAPUA PROVINCE**

**Sam Permanadewi<sup>1</sup>, Joko Wahyudiono<sup>1</sup> dan Armin Tampubolon<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Survei Geologi

<sup>2</sup>Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi

sam\_permanadewi@yahoo.com

**ABSTRAK**

Pulau Gag, yang terletak terpencil di deretan Kepulauan Raja Ampat, merupakan pulau yang memendam sumberdaya mineral yang berlimpah. Sumber daya tersebut berupa cebakan bijih nikel laterit (Ni, Co, Fe) yang menempati  $\pm 2/3$  dari pulau tersebut. Secara geologi,  $2/3$  bagian Pulau Gag ditempati oleh kompleks ofiolit yang terdiri atas batuan ultramafik (serpentin, harzburgit, dan piroksenit), sedangkan sisanya ditempati oleh batuan gunungapi. Kompleks ofiolit di Pulau Gag ini diduga sebagai kerak samudera yang secara tektonik tersungkup di tepi benua dan busur kepulauan akibat adanya pergerakan Benua Australia ke arah utara. Laterit nikel terbentuk akibat adanya proses pelapukan kimia yang terjadi pada batuan ofiolit yang telah mengandung nikel. Bijih nikel sekunder berupa garnierit diendapkan kembali dalam horizon tanah penutup, limonit dan saprolit setelah mengalami pengayaan oleh proses pelapukan. Berdasarkan hasil analisis conto, menunjukkan bahwa kandungan Ni dan Fe dalam laterit adalah 1,2% Ni, >30% Fe (lapisan limonit); 1,2% Ni, <15% Fe (lapisan saprolit).

**Kata kunci:** *Ofiolit, Nikel Laterit, Pelapukan Kimia, Kerak Samudera, Pulau Gag*

**ABSTRACT**

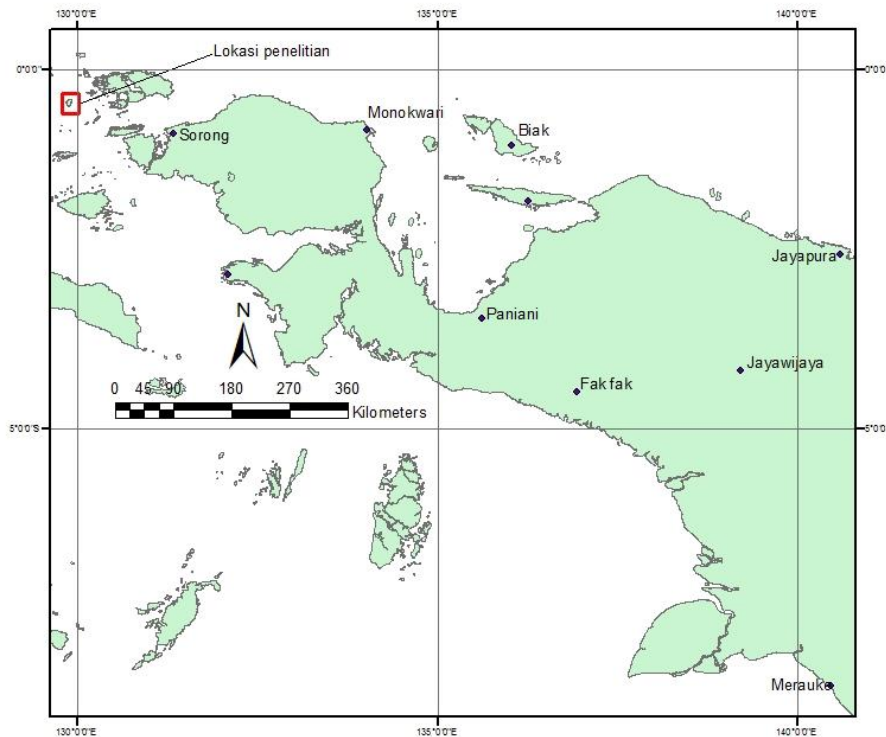
*Gag Island, which is separately located from the Raja Ampat Islands, contains mineral resources abundantly. The mineral resource is in the form of lateritic nickel (Ni, Co, Fe) occupied approximately 2/3 of the island. Geologically, 2/3 of the island is occupied by the ophiolite complex containing ultramafic rocks (serpentinite, harzburgite and pyroxenite) and the rest is volcanic rocks. The emplacement of the ophiolite complex in this island is tectonically emplaced of oceanic crust into continental margin and island arc due to the movement of the Australian Continent to the north. The lateritic nickel was formed due to chemical weathering of the nickel bearing ophiolite rocks. The secondary nickel ore as garnierite was then reprecipitated within the lateritic zone as soil cover, limonitic and saprolitic beds. The content of nickel (Ni) and iron (Fe) within the lateritic zone are 1,2% Ni, >30% Fe (limonitic layer), 1,2% Ni, <15% Fe (saprolitic layer).*

**Keywords:** *Ophiolite, Lateritic nickel, Chemical weathering, Oceanic crust, Gag Island*

**PENDAHULUAN**

Pulau Gag merupakan salah satu pulau terpencil di Laut Arafura termasuk ke dalam bagian Kabupaten Raja Ampat, Papua Barat (Gambar 1). Pulau yang dihuni oleh pendatang berasal dari Pulau Ternate ini, sebagian besar tersimpan

harta karun berupa cebakan nikel laterit yang berlimpah. Nikel laterit berupa garnierit terkonsentrasi dalam batuan ultramafik setelah terjadi pengayaan akibat proses pelapukan (Edward dan Atkinson, 1986). Dua pertiga Pulau Gag merupakan daratan yang gundul dan hanya ditumbuhi oleh pohon-pohon perdu.



**Gambar 1.** Peta lokasi daerah penelitian Pulau Gag

Namun, walaupun di atasnya mengalami kekeringan dan tidak memberikan hasil apa-apa, sebaliknya di bawah permukaan pulau ini terdapat bijih laterit nikel (garnierit) yang berlimpah. Berdasarkan hasil evaluasi dari PT. Antam dan BHP-Minerals (Anonymous, 1999) diketahui bahwa jumlah sumber daya bijih nikel dengan kadar 1,55%, termasuk sumber daya terbesar ketiga di dunia setelah Goro, Kaledonia Baru.

Berbeda dengan daerah Indonesia bagian barat, nikel laterit yang merupakan hasil pelapukan dari batuan ultramafik banyak ditemukan di Indonesia bagian timur. Pulau Gag termasuk pulau-pulau kecil lainnya di bagian utara Pulau Papua merupakan bagian dari zona kerak samudera. Diantaranya adalah Pulau Waigeo yang juga mengandung cebakan nikel laterit bahkan sebagian telah ditambang (Abidin, dkk., 2012). Beberapa cebakan nikel laterit yang tidak terdapat di zona kerak samudera telah ditambang sejak lama dan jutaan ton bijih nikel telah diproduksi seperti di Pomalaa (Sulawesi) (Abidin dan Rahman, 2011), Pulau Gebe,

Buli, Maba, di Halmahera (Maluku Utara) (Abidin, dkk., 2007, Abidin dan Baharuddin, 2007). Tentunya, terbentuknya nikel laterit di daerah Indonesia bagian timur khususnya di Pulau Gag erat kaitannya dengan kondisi geologi serta kondisi cuaca ekstrem sehingga terjadi proses pelapukan yang sangat kuat baik fisik maupun kimia. Pelapukan kimia, diantaranya adalah proses oksidasi yang telah menguraikan mineral nikel dalam batuan terakumulasi dalam zona laterit.

Tulisan ini akan mengungkapkan keberadaan nikel laterit berdasarkan hasil survey tahun 1994 di Pulau Gag serta bagaimana proses pembentukan dan hubungannya dengan batuan induk (ofiolit).

**SEJARAH EKSPLORASI**

Eksplorasi nikel laterit di daerah ini telah dilakukan sejak tahun 1967, terakhir oleh PT. Gag Nikel yang mendapatkan Kontrak Karya dari Pemerintah pada bulan Februari 1998. Saat itu Pulau Gag



statusnya digolongkan sebagai hutan produksi sehingga secara hukum diperbolehkan untuk melakukan penambangan secara terbuka. Namun pada akhir tahun 1999, Pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan yang melarang pertambangan terbuka di daerah dengan status “Hutan Lindung”. Kebijakan ini kemudian juga diterapkan terhadap Pulau Gag dengan mencabut status sebagian besar lahan hutan produksi menjadi hutan lindung. Padahal kenyataan di lapangan, hutan yang lebat hanya di bagian utara Pulau Gag. Sedangkan di bagian tengah dan selatan (2/3 bagian dari Pulau Gag) tempat potensi nikel itu terdapat, jarang ditumbuhi vegetasi tinggi.

PT. Gag Nikel dimiliki oleh PT. Aneka Tambang, Tbk. Rencananya, di wilayah kerja seluas 7.727 ha ini akan dilakukan penambangan nikel dengan metode *Submarine Tailing Disposal* (STD). Saat ini berdasarkan surat keputusan dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral perihal Persetujuan Tekno Ekonomi Laporan Akhir Studi Kelayakan PT. Gag Nikel Nomor 399/ 30/ DBM/ 2012 tanggal 26 Maret 2012. PT. Gag Nikel telah memperoleh persetujuan Dokumen Studi Kelayakan Untuk tahap selanjutnya telah dilakukan pengurusan ijin ke Kementerian Lingkungan Hidup Pusat terkait Dokumen AMDAL PT. Gag Nikel. Pengajuan persetujuan Dokumen AMDAL dilakukan di KLH Pusat dikarenakan status dari pulau Gag yang termasuk dalam kawasan Hutan Lindung sehingga pengajuan ijin Dokumen AMDAL tidak dapat dilakukan di KLH Kabupaten Raja Ampat.

Terkait dengan rencana pembangunan terminal khusus di bagian selatan Pulau Gag, maka PT. Gag Nikel juga akan melakukan pengurusan Ijin Pembangunan Terminal Khusus ke Kementerian Perhubungan di Pusat. Dinas Perhubungan Kabupaten Raja Ampat telah mengeluarkan rekomendasi sehingga dapat digunakan sebagai salah satu bahan penilaian di Kementerian Perhubungan ([www.gagnikel.com](http://www.gagnikel.com), 3 Juli 2017).

**METODA**

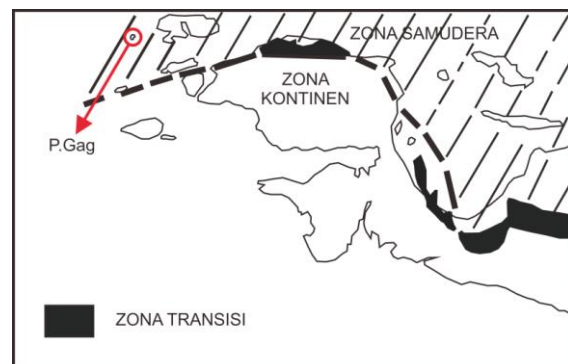
Pemercontaan dilakukan dalam rangka pengecekan lapangan bersama antara tim geologi dari Pusat Survei Geologi dan tim dari Biro Perencanaan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, pada tahun 1994. Contoh terpilih berupa

singkapan batuan ultramafik baik yang segar maupun yang telah mengalami pelapukan kuat, sampel batuan ultramafic untuk diamati di bawah mikroskop. Selain itu, contoh batuan lain (gunung api dan terobosan) juga diambil untuk mempelajari apakah batuan ini ada kaitannya dengan pembentukan mineral lainnya. Analisis petrografi dilakukan di laboratorium Pusat Survei Geologi. PT. Antam-BHP melaksanakan analisis kimia untuk sampel laterit dan hasilnya dapat dilihat di Tabel 1.

**GEOLOGI**

**Fisiografi dan Geomorfologi**

Secara fisiografi, Pulau Gag yang terletak terisolasi di Laut Halmahera, termasuk ke dalam zona kerak samudera (Gambar 2). Daerah ini merupakan pusat gempa bumi Halmahera-Irian. Kerak samudera yang tersingkap adalah batuan ofiolit yang berumur Jura (Kertapati, dkk., 2001). Pulau Gag berbentuk opal dengan luas wilayah sekitar 14,5 km x 8 km dengan elevasi maksimum sekitar 350 m dpl.



**Gambar 2.** Fisiografi Pulau Gag (Pieters dkk., 1983)

Geomorfologi Pulau Gag memperlihatkan 3 jenis bentang alam, yaitu satuan

perbukitan bergelombang curam, satuan perbukitan bergelombang landai dan satuan dataran (Gambar 3). Satuan perbukitan bergelombang dengan kemiringan curam menempati 2/3 bagian Pulau Gag, yaitu dari bagian tengah sampai ke selatan dari Pulau Gag dengan ketinggian berkisar dari 200 m s.d. 350 m di atas permukaan laut (Gambar 4).

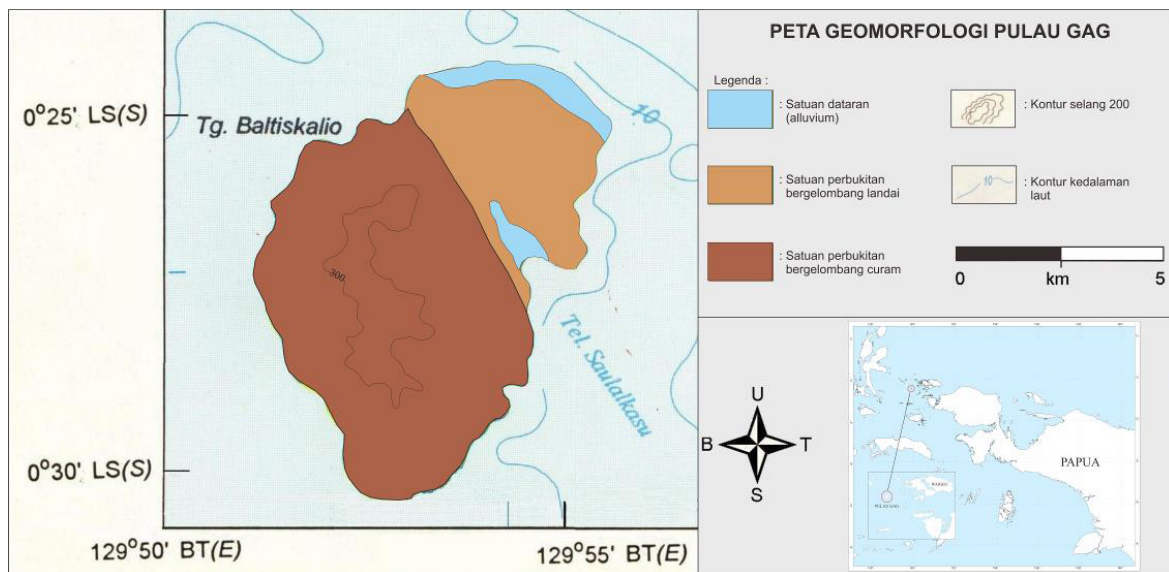
Pada umumnya satuan ini bercirikan jarangny vegetasi tinggi yang tumbuh dan tebal tanah penutup/pelapukan yang tipis. Di beberapa tempat bahkan tidak dijumpai adanya vegetasi kecuali rerumputan, alang-alang dan tumbuhan kerdil jenis pepohonan perdu (Gambar 5a-b). Sulitnya pepohonan tumbuh di daerah terbuka ini disebabkan tanah penutup/soil berupa laterit yang kaya akan bijih nikel dan besi.

Satuan perbukitan bergelombang landai (Gambar 3 dan Gambar 4) menempati 1/3 bagian utara Pulau Gag. Satuan ini dicirikan dengan banyaknya vegetasi tinggi hutan hujan tropis (Gambar 5c). Hal ini menunjukkan tebalnya lapisan tanah penutup yang cukup tebal dan subur karena merupakan produk dari gunung api. Kondisi tanah yang subur ini sebagian dimanfaatkan masyarakat setempat untuk berkebun kelapa dan coklat. Batuan penyusun satuan morfologi ini terdiri dari

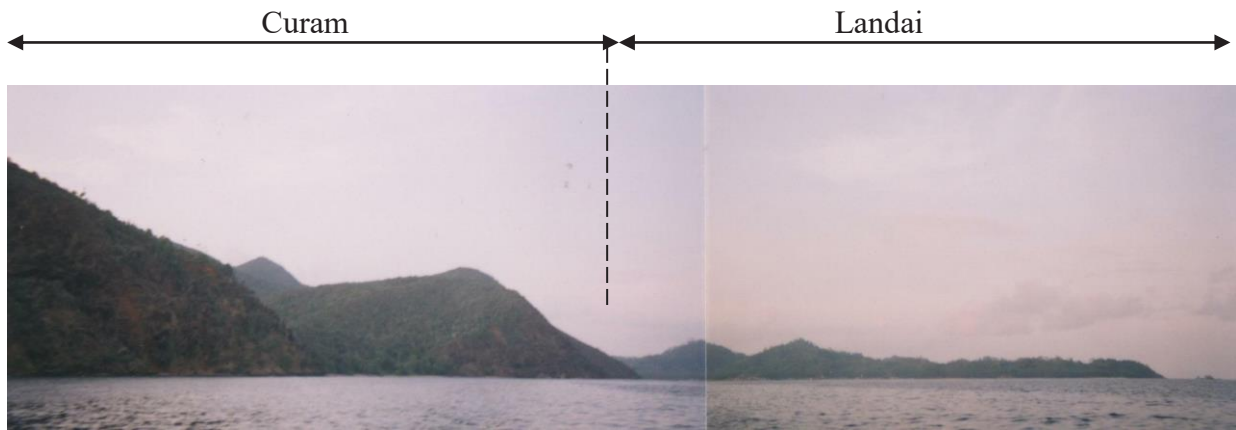
satuan anggota batuan gunungapi seperti lava, breksi, tuff lava dan andesit.

Satuan morfologi dataran dibentuk oleh endapan aluvial (Gambar 5d). Satuan ini menempati wilayah pantai bagian utara dan Teluk Gambir, sebagian kecil pantai selatan Pulau Gag, khususnya muara sungai dan lembah-lembah di sekitar pantai. Endapan aluvial ini berupa pasir, kerikil, kerakal dan koral (Gambar 5e). Daerah ini banyak dimanfaatkan oleh penduduk setempat untuk berkebun kelapa, dan di beberapa tempat khususnya yang dekat dengan muara dan aliran sungai banyak ditemukan pohon sagu.

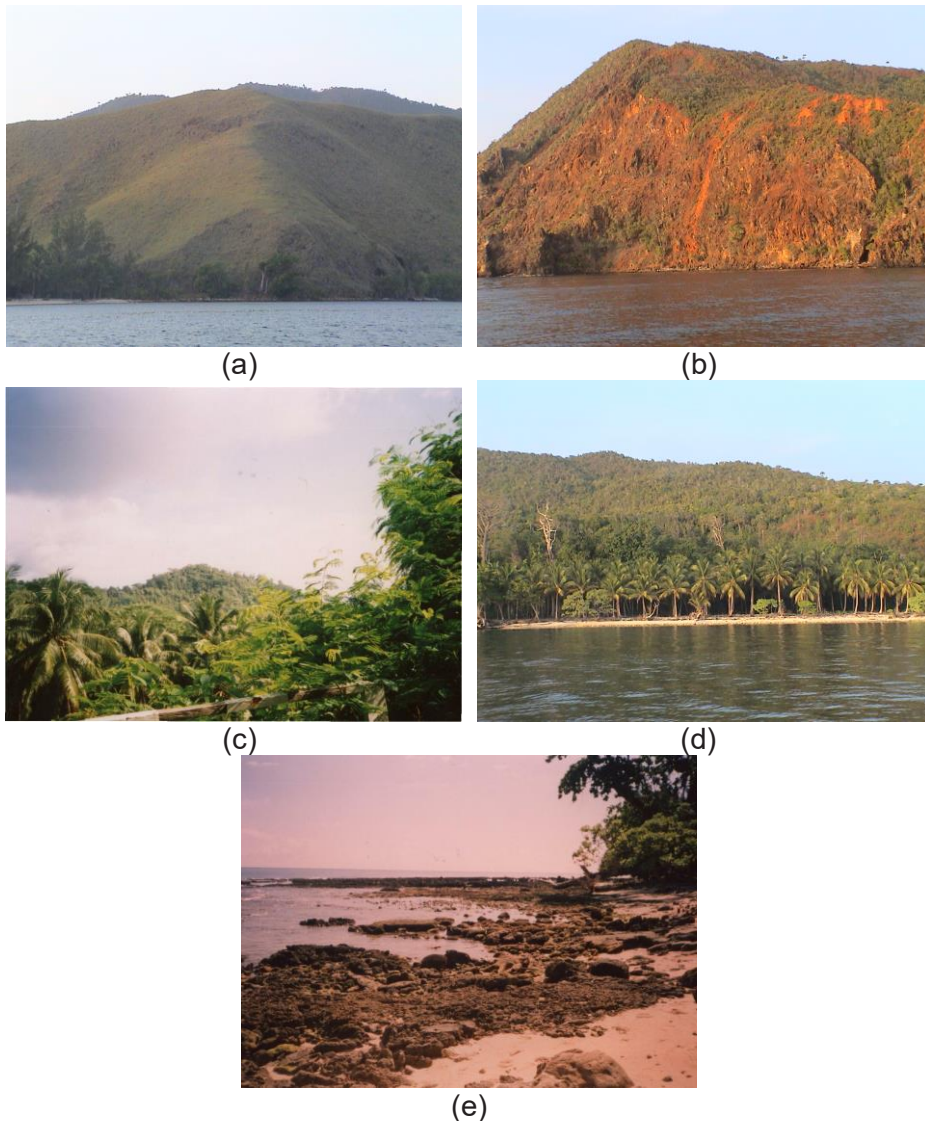
Pulau Gag ini dialiri oleh sungai-sungai yang terletak di bagian utara yaitu Sungai Musowalo dan Sungai Gambir. Kedua sungai ini selalu berair sepanjang tahun dengan sumber air berasal dari rembesan-rembesan air di zona sesar. Sedangkan sungai-sungai yang lain yaitu yang terletak di bagian selatan pada umumnya memiliki dinding yang terjal dan hanya berair di musim hujan. Sepanjang pantai bagian utara ke arah timur hingga selatan masih banyak ditemukan terumbu koral. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air di sepanjang pantai tersebut masih bagus atau belum tercemar.



**Gambar 3.** Peta geomorfologi Pulau Gag (Supriatna dkk., 1995)



**Gambar 4.** Memperlihatkan kenampakan di lapangan satuan perbukitan bergelombang dengan kemiringan curam dan landai



**Gambar 5.** (a) perbukitan tanpa vegetasi; (b) dinding terjal di pantai barat; (c) vegetasi yang tumbuh di perbukitan bergelombang landai; (d) morfologi dataran aluvial dengan latar belakang perbukitan vegetasi jarang; (e) endapan aluvial yang ditutupi koral

## STRATIGRAFI

Berdasarkan peta geologi bersistem Indonesia skala 1: 250.000, Pulau Gag masuk ke dalam Peta Geologi Lembar Waigeo (Supriatna, dkk., 1995). Secara geologi, daerah ini sangat sederhana (Gambar 6). Batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah batuan ultramafik. Batuan ini terdiri dari harzburgit, dunit, piroksenit, diabas dan serpentin. Namun di lapangan, batuan yang umum dijumpai adalah serpentin dan harzburgit. Serpentin berwarna abu kehijauan, kehitaman, keras, padat, kompak, *fractured*, terkekarkan, tergeruskan; umumnya lapuk (Gambar 7a-b). Di beberapa tempat, dijumpai zona gerusan mengandung magnesit, milonit dan urat kuarsa, sedangkan dalam batuan yang lapuk berupa laterit dijumpai mineral nikel sebagai garnierit. Batuan ini tersingkap di bagian selatan Pulau Gag.

Secara kontak sesar, batuan ultramafik ditindih oleh anggota batuan gunungapi Formasi Rumai, yang terdiri dari lava, breksi, tuf lava dan batugamping. Batuan-batuan ini tampaknya telah diterobos oleh retas-retas batuan subvulkanik sehingga sebagian telah mengalami ubahan serta munculnya urat-urat kuarsa. Endapan termuda berupa kerikil, kerakal, pasir, lempung dan koral.

Anggota batuan gunungapi Formasi Rumai terdiri atas lava bantal, breksi, tuf, batugamping dan andesit. Batuan ini menempati  $\pm 1/3$  bagian dari Pulau Gag (Gambar 6). Batugamping berwarna abu-abu kotor, konglomeratan, berlapis tebal hingga massif (Gambar 8a). Tuf, berwarna putih kotor, berbutir halus, pada umumnya, telah mengalami pelapukan kuat dan menutupi lava (Gambar 8b). Batuan ini tersingkap di Desa Gambir. Lava basal, berwarna hitam kelabu, agak keras dan padat, kekar, berstruktur bantal, sebagian lapuk dan telah mengalami ubahan. Hasil pengamatan petrografi menunjukkan bahwa lava telah berubah cukup kuat dengan munculnya mineral klorit, serisit, epidot, kalsit dan

mineral opak (Gambar 8c-d). Mineral utama penyusun batuan ini umumnya berupa feldspar namun telah mengalami ubahan kuat. Andesit, berwarna kelabu, keras dan agak padat serta tersingkap di sepanjang jalan ke pelabuhan udara (Bandara Kablebet). Seperti halnya lava, andesit juga telah mengalami ubahan dengan munculnya mineral klorit, serisit, epidot dan kalsit (Gambar 8e-f). Breksi gunungapi, berwarna abu-abu, keras dan padat, komponen yang menyudut hingga menyudut tanggung, terdiri dari batuan gunungapi dengan ukuran berkisar dari 1 cm s.d. 4 cm tertanam dalam masa dasar pasir. Breksi ini banyak tersingkap di bagian utara Pulau Gag (Gambar 8g). Anggota batuan gunungapi Rumai ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Lamlam dengan ketebalan lebih kurang 450 m.

Endapan aluvial terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau, lumpur, sisa tumbuhan dan koral. Sebarannya dijumpai di daerah pantai, sungai-sungai kecil dan dataran rendah. Di pantai bagian utara dan timur Pulau Gag dijumpai endapan koral yang cukup luas. Selain itu, endapan aluvium juga dijumpai membentuk dataran pada lembah-lembah di daerah pantai bagian selatan dan barat.

## Struktur Geologi

Secara umum, Pulau Gag diapit oleh Sesar Sorong dan Sesar Halmahera (Gambar 9) dan membentuk kelurusan arah baratlaut-tenggara. Kelurusan ini membentang ke arah baratlaut menuju ke Pulau Gebe yang sejajar dengan bentuk Teluk Saulalkasu. Kelurusan tersebut diperkirakan berhubungan dengan sesar yang berkembang di daerah tersebut.

Pulau Gag masuk ke dalam Peta Geologi Lembar Waigeo, secara umum sejarah tektonikannya sangat terkait dengan tektonik regional daerah itu. Pada akhir Jura, terjadi pemekaran Samudera Pasifik. Pemekaran tersebut diikuti oleh pembentukan laut dalam yang mengakumulasi endapan laut dalam

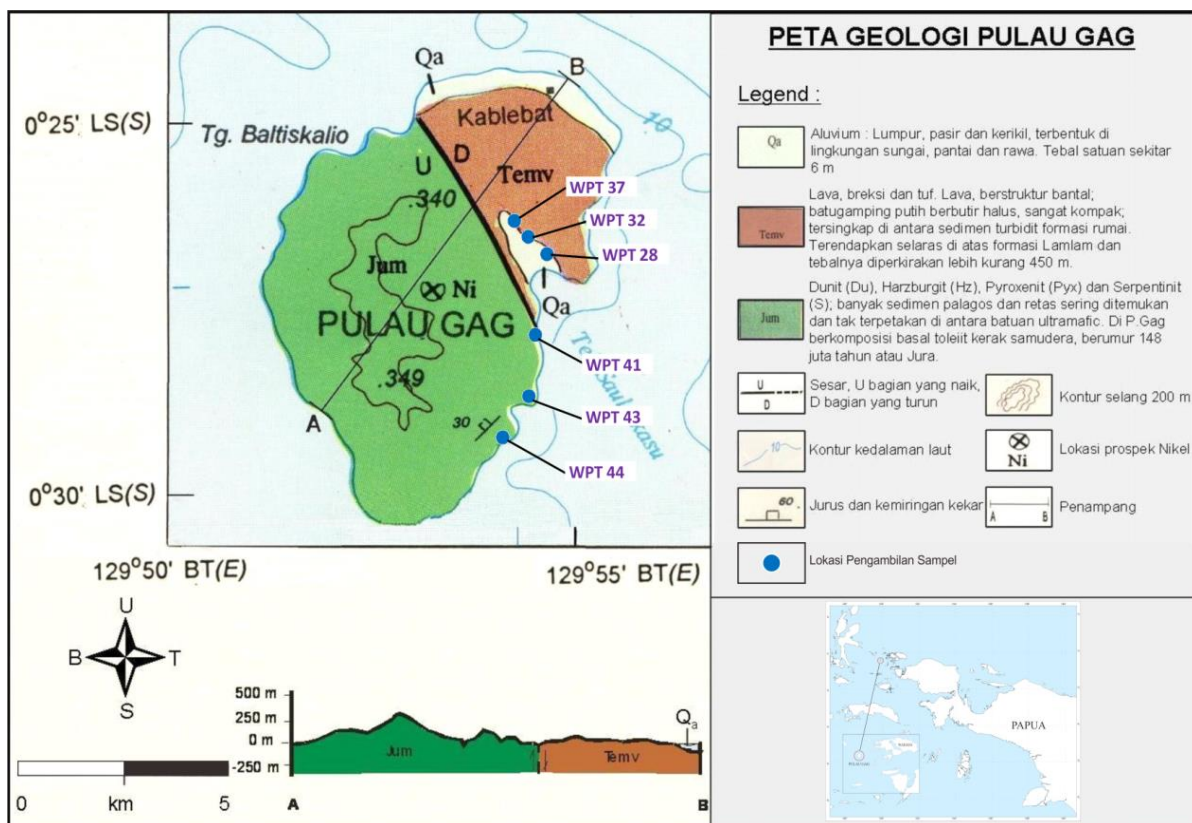
Formasi Tanjung Bomas. Selama proses itu berlanjut, banyak sesar geser terbentuk sehingga mengakibatkan pelengseran. Selanjutnya, kurang lebih berakhir pada awal Tersier terjadi pengendapan Formasi Lamlam.

Pada akhir Kapur, Benua Australia bergerak ke arah utara dan membentuk busur kepulauan yang beralaskan batuan ofiolit hasil penunjaman supra. Pada kegiatan ini terjadi pengendapan Formasi Rumai yang sebagian terbentuk di bawah permukaan air dan kegiatan itu mencapai puncaknya antara Eosen dan Miosen. Setelah busur kepulauan terbentuk, mulai Miosen Awal hingga Miosen Akhir terjadi pengendapan Formasi Waigeo di sekitar kepulauan itu. Bersamaan dengan pengendapan Formasi Waigeo, selama Miosen hingga Pliosen, diikuti pula pengikisan sehingga terbentuklah batugamping klastika Formasi Puri.

Formasi Yeben mengandung kuarsa diduga berasal dari benua Australia.

Pembentukan satuan itu diduga mengelilingi kawasan batugamping di bagian baratdaya kepulauan tersebut. Pengangkatan yang terjadi di pulau tersebut diikuti oleh pengikisan yang hasilnya membentuk endapan alluvium dan tumbuhnya terumbu karang di beberapa tempat.

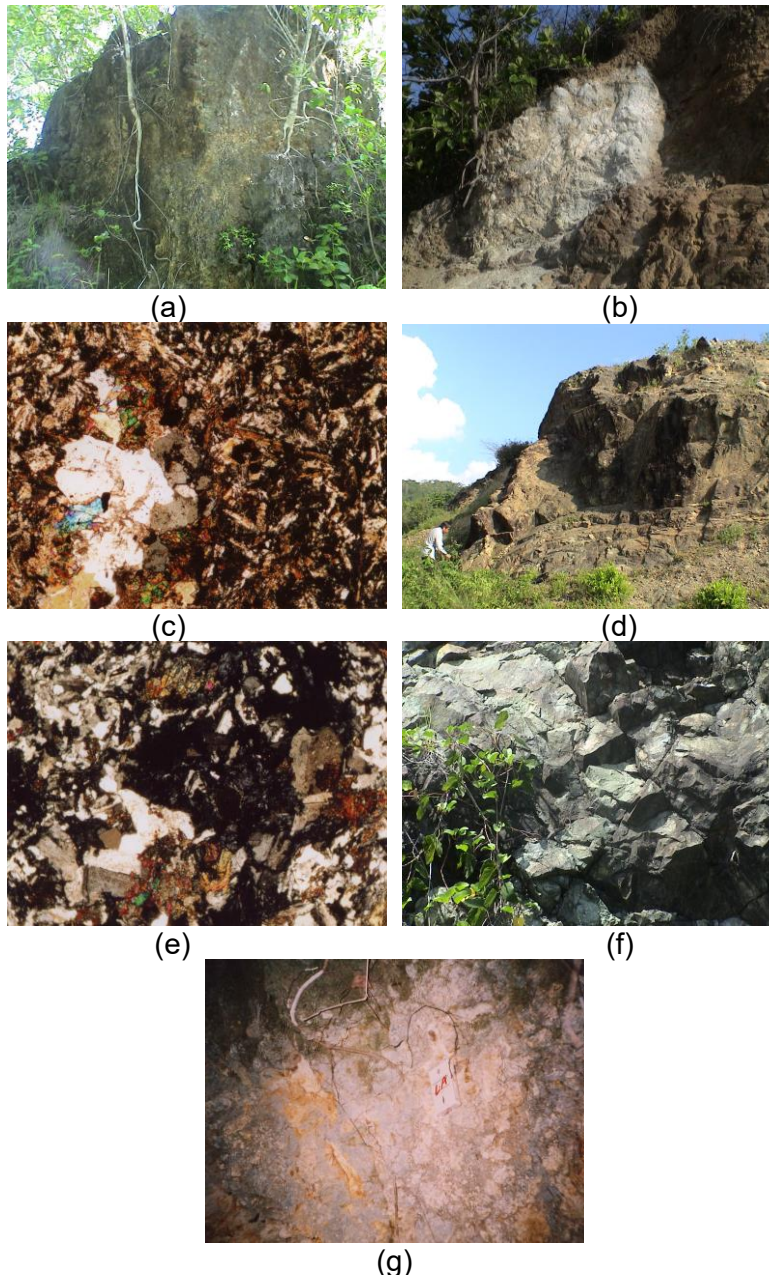
Di lapangan, indikasi adanya sesar ditunjukkan dengan adanya zona hancuran selebar ±50 m berupa breksi sesar yang terletak di dekat Teluk Gambir tepatnya pada perbatasan antara satuan morfologi perbukitan bergelombang curam dan perbukitan bergelombang landai, dan membentuk kelurusan arah tenggara – baratlaut (Gambar 9). Bidang sesar ini sebagai pemisah antara satuan batuan ultramafik dengan satuan anggota batuan gunungapi dan telah mengangkat batuan ultramafik ke permukaan dengan posisi sejajar dengan anggota batuan gunungapi.



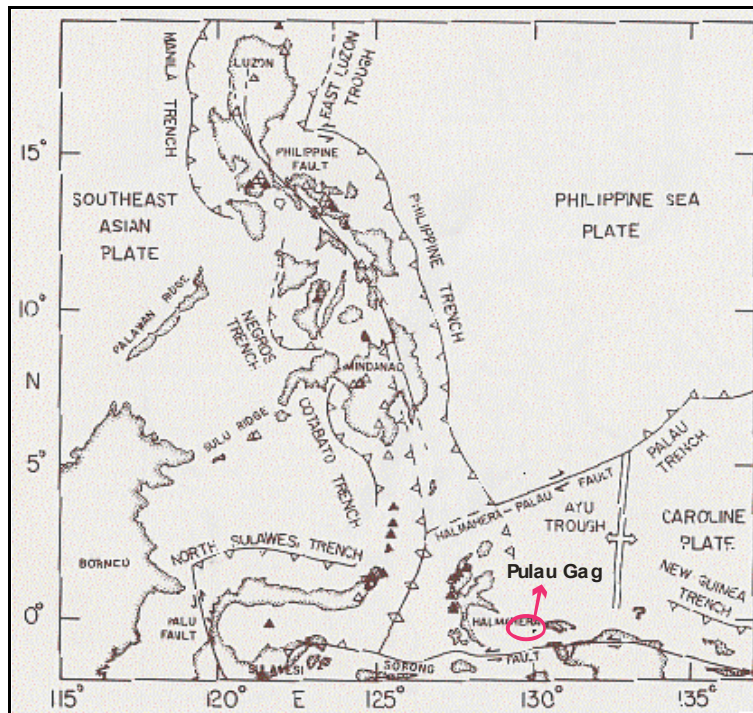
Gambar 6. Peta geologi Pulau Gag (Supriatna, dkk., 1995)



**Gambar 7.** (a) Singkapan batuan harzburgit di pantai selatan Pulau Gag. (b) Singkapan batuan hazburgit terubah di bagian selatan Pulau Gag.



**Gambar 8.** (a) Batugamping klastik; (b) tuf ;(c) sayatan pipih lava basal; (d) singkapan lava basal (WPT 28); (e) sayatan pipih andesit; (f) singkapan andesit (WPT 37); (g) breksi gunungapi (WPT 32)



**Gambar 9.** Peta tektonik timurlaut Indonesia dan Filipina dimana Pulau Gag diapit oleh Sesar Sorong dan Sesar Halmahera-Papua (Hamilton, 1979, dalam Supriatna, dkk., 1995)



**Gambar 10.** Singkapan yang memperlihatkan zona hancuran dan kelurusan arah sesar (anak panah)

**Mineralisasi**

Potensi sumber daya mineral di daerah ini dapat dibedakan menjadi potensi mineral logam dan mineral bukan logam. Potensi mineral logam yang dijumpai adalah endapan nikel laterit. Keberadaan nikel di daerah ini sesuai dengan kondisi geologi yaitu batuan induknya berupa batuan ultramafik. Selain itu, dijumpai adanya jejak pirit dalam batuan Gunungapi Rumbai.

Cebakan *lateritic nickel* Ni-Co berkembang ke arah bagian selatan meliputi 2/3 pulau. Cebakan ini merupakan hasil proses oksidasi/leaching dari serpentin. Batuan ini diduga berasal dari magma cair pada kedalaman yang sangat dalam dan membawa Ni-Co. Komposisi batuan peridotit yang terserpentinasi diduga mengandung 80% Si, Mg, 7% s.d. 10% Fe, 0,2% s.d. 0,3% Ni dan 0,01% Co. Di dalam kondisi oksidasi, mineral dalam batuan induk terurai membebaskan Ni dan

Mg dan bercampur dengan larutan air tanah. Konsentrasi kadar bijih yang potensial dari Ni terdapat dalam zona limonit dan zona saprolit berupa mineral garnierit ( $H_2O (Mg,Ni)_3 Si_4 O_{10} OH$ ) (Gambar 11a,b).

**HASIL Petrologi**

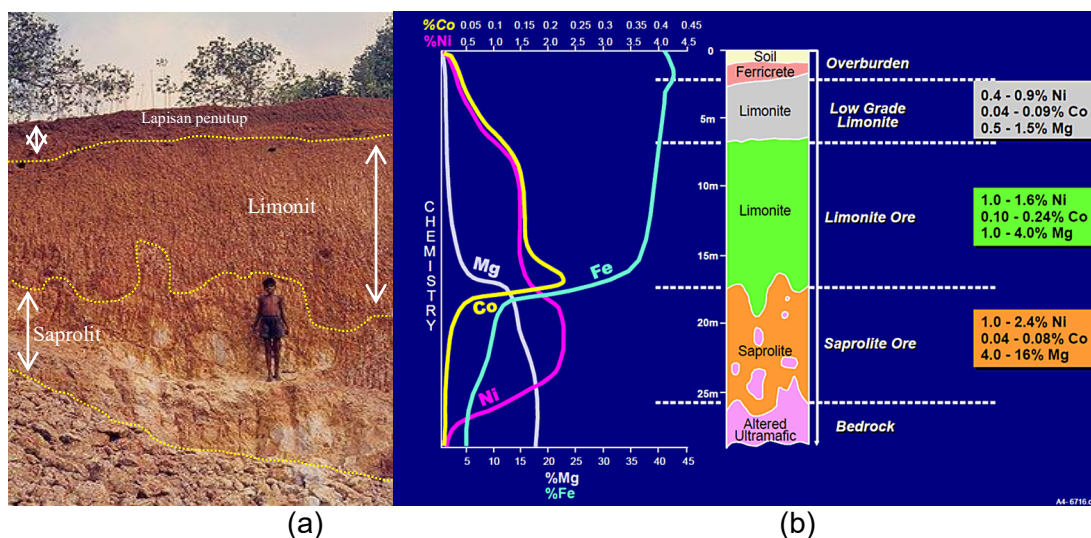
Beberapa conto terpilih telah dilakukan pengamatan petrografi guna mengetahui komposisi dan tekstur batuan. Dari pengamatan petrografi disimpulkan bahwa batuan ultramafik di daerah ini termasuk harzburgit/serpentin. Harzburgit memperlihatkan tekstur holokristalin dengan mineral penyusun utama berupa piroksen dan olivin (Gambar 12a). Mineral-mineral penyusun ini telah mengalami tektonik sehingga terhancurkan dan memperlihatkan adanya struktur mesh (Gambar 12b-c). Pada bidang rekahan/belahan umum diisi oleh serpentin (Gambar 12d-e), magnesit atau urat kuarsa. Serpentin umumnya telah mengalami pelapukan kuat sehingga sulit untuk mendapatkan conto yang segar.

Diabas berwarna abu kehitaman, keras, padat, *fractured*, kekar, berubah dan banyak ditemukan urat kuarsa tipis. Hasil

pengamatan petrografi menunjukkan bahwa batuan ini telah mengalami ubahan cukup kuat namun tekstur diabasik masih dapat diamati (Gambar 13 a-b). Dalam batuan ultramafik sering dijumpai retas batuan subvolkanik andesit. Diduga bahwa retas-retas inilah yang menyebabkan berubahnya baik batuan ultramafik maupun batuan gunungapi.

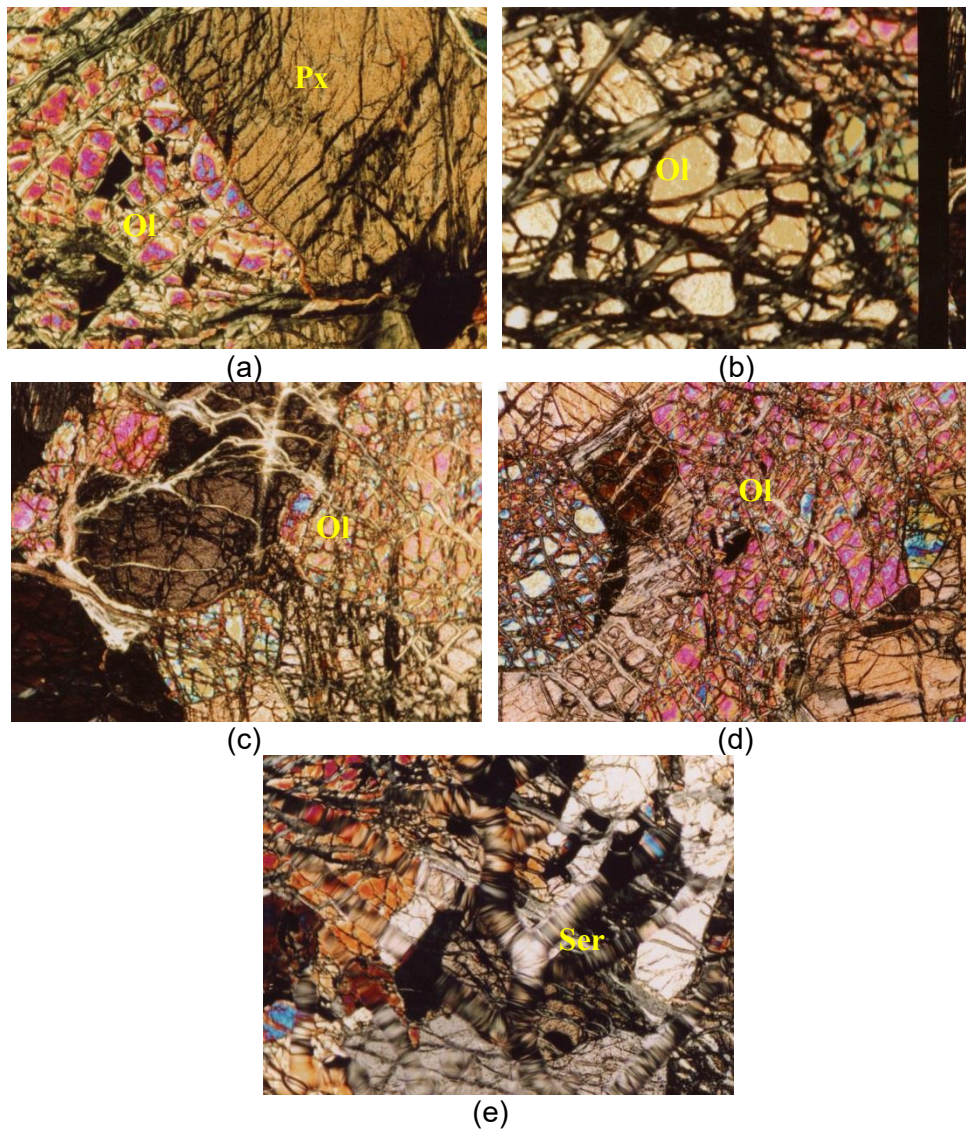
**Analisis conto**

Conto diambil dari zona laterit secara vertikal termasuk lapisan tanah penutup hingga ke batuan dasar (basement). Lapisan laterit secara vertikal dikenal dengan tanah penutup, limonit dan saprolit (Gambar 11). Kedalaman pengambilan conto bervariasi dari 0 m s.d. 5 m, 0 m s.d. 6 m dan 0 m s.d. 7 m (Gambar 14). Hasil analisis beberapa penampang terpilih, menunjukkan bahwa kandungan nikel juga bervariasi. Hasil analisis kandungan logam setiap penampang terlihat dalam Tabel 1. Pada umumnya, kandungan Ni relatif meningkat dengan kedalaman; kandungan kobal (Co) umumnya menurun sejalan dengan kedalaman sedangkan kandungan Fe memperlihatkan sedikit perubahan dengan kedalaman bahkan relatif konstan.

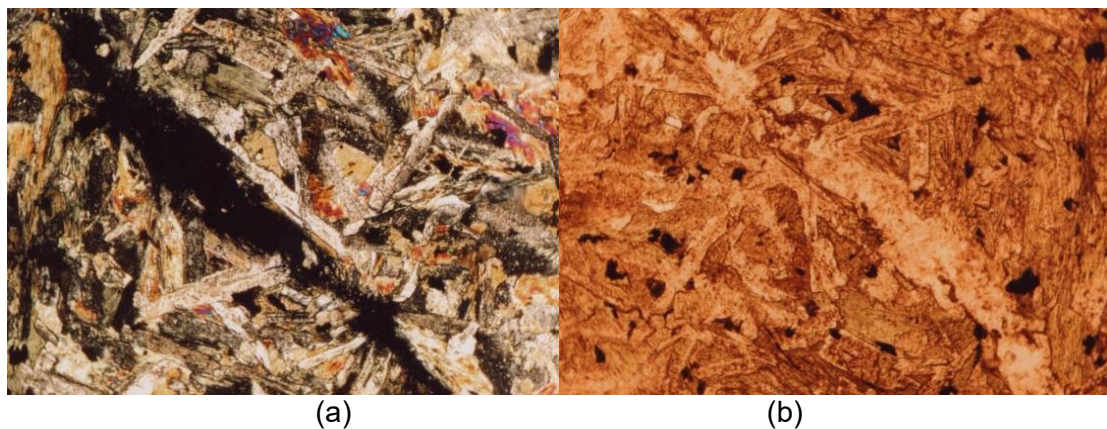


**Gambar 11.** (a) Singkapan penampang vertikal laterit yang memperlihatkan lapisan penutup, lapisan limonit dan lapisan saprolit. (b) Konsentrasi kadar bijih yang potensial dari Ni terdapat dalam zona limonit, zona saprolit (Geoscience & Natural Resources, Germany, 1982)

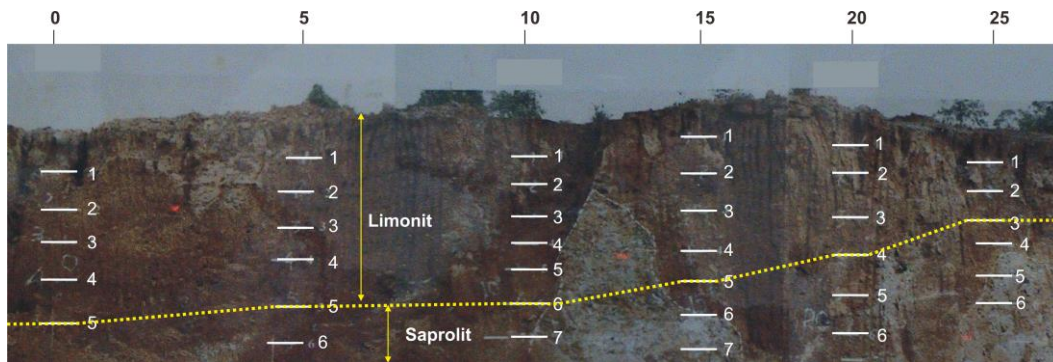




**Gambar 12.** Foto mikroskopik (perbesaran 4x) batuan harzburgit.  
 (a). memperlihatkan mineral penyusun harzburgit : piroksen dan olivin;  
 (b) harzburgit tekstur pulau; (c, d) harzburgit memperlihatkan tekstur *mesh*  
 (e) tampak urat-urat serpentinit saling berpotongan



**Gambar 13.** Mikrofoto diabas berubah memperlihatkan tekstur diabasik  
 (a). X-nikol (nikol bersilang), (b). // -nikol (nikol sejajar)



**Gambar 14.** Penampang ketebalan laterit dan kandungan logamnya (sumber: Pit 3 – West Wall, BHP Asia Pasific Nickel, 1997)

**Tabel 1.** Hasil analisa (%) conto untuk penampang terpilih pada salah satu singkapan laterit di Pulau Gag (Sumber data: PT Antam-BHP, 1999)

Section	From	To	Ni	Co	Mg	Fe
0	0,00	1,00	1,30	0,24	0,23	45,90
	1,00	2,00	1,45	0,20	0,23	50,00
	2,00	3,00	1,51	0,12	0,25	50,80
	3,00	4,00	1,26	0,02	0,27	56,40
	4,00	5,00	1,43	0,19	0,50	50,60
10	0,00	1,00	1,51	0,13	0,18	51,90
	1,00	2,00	1,50	0,11	0,22	52,40
	2,00	3,00	1,57	0,13	0,25	53,70
	3,00	4,00	1,30	0,16	0,25	45,50
	4,00	5,00	1,52	0,21	0,43	49,30
	5,00	6,00	1,47	0,22	0,30	49,60
	6,00	7,00	1,54	0,13	2,20	42,20
7,00	8,00	1,93	0,09	6,54	28,60	
20	0,00	1,00	1,23	0,13	0,28	47,20
	1,00	2,00	1,24	0,07	0,30	46,30
	2,00	3,00	1,07	0,07	0,30	43,70
	3,00	4,00	1,82	0,48	0,27	44,30
	4,00	5,00	1,56	0,13	0,26	48,40
	5,00	6,00	1,57	0,11	0,23	47,50
6,00	7,00	1,31	0,09	0,16	48,60	
5	0,00	1,00	1,51	0,30	0,17	47,80
	1,00	2,00	1,60	0,23	0,21	50,40
	2,00	3,00	1,59	0,15	0,16	50,10
	3,00	4,00	1,63	0,17	0,22	53,20
	4,00	5,00	1,45	0,13	0,51	51,50
	5,00	6,00	1,50	0,23	0,35	43,70
	15	0,00	1,00	1,32	0,07	0,34
1,00		2,00	1,31	0,12	0,25	51,60
2,00		3,00	1,21	0,19	0,29	43,30
3,00		4,00	1,26	0,15	1,01	40,80
4,00		5,00	1,86	0,22	0,71	49,80
5,00		6,00	2,07	0,14	3,93	38,70
6,00		7,00	2,35	0,02	14,30	10,70
25	0,00	1,00	1,15	0,12	0,23	44,80
	1,00	2,00	1,12	0,13	0,30	43,00
	2,00	3,00	1,24	0,40	0,26	42,10
	3,00	4,00	1,51	0,17	0,85	48,10
	4,00	5,00	2,10	0,07	7,16	27,50
	5,00	6,00	1,79	0,02	12,10	13,20
	6,00	7,00	2,62	0,03	11,50	18,70
7,00	8,00	2,22	0,02	12,30	13,90	

**Batuan Sumber**

Batuan ultramafik yang dikenal sebagai kompleks ofiolit, merupakan suatu runtunan batuan basa sampai ultrabasa (Gambar 15). Kelompok ofiolit ini disusun oleh peridotit (lherzolit, harzburgit, wehrilit dunit) dan piroksenit (olivin websterlit, olivin othopiroksenit, olivin klinopiroksenit, dan websterlit) (Wilson, 1989). Ofiolit dapat pula dinyatakan sebagai bagian litosfer samudera yang secara tektonik muncul sebagai massa tersungkup di tepi kontinen dan busur kepulauan. Seperti terlihat dalam Gambar 15, runtunan ofiolit dapat dibagi ke dalam 4 lapisan atau delapan lapisan.

Logam yang dijumpai dalam runtunan batuan ofiolit terutama kromit (Cr) yang terbentuk pada lapisan ultrabasa; emas (Au), tembaga (Cu), Nikel (Ni) dan kobal (Co) terdapat pada lapisan batuan gabrodiorit; sedangkan perak (Ag), pirit dan seng (Zn) terbentuk di dalam lapisan batuan gunungapi (Edward dan Atkinson, 1986; Evan, 1992). Selain mineralisasi primer, di dalam batuan ofiolit terjadi pula mineralisasi sekunder seperti magnesit, talk, asbes, laterit, antigorit, nikel dan laterit.

Nicolas (1989) mengelompokkan dua tipe batuan ofiolit, yaitu Harzburgit Ophiolite Type (HOT) dan Lherzolite Ophiolite Type (LOT). Dalam batuan HOT terdapat

mineralisasi kromit dalam bentuk stratiform maupun pediform sedangkan dalam LOT tidak dijumpai adanya mineralisasi.

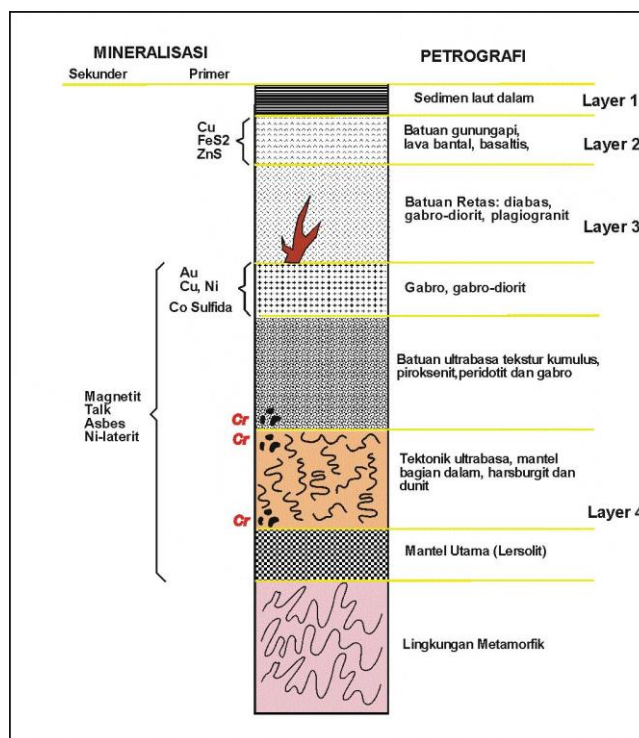
Di daerah penelitian, secara mikroskopis batuan ofiolit terdiri atas harzburgit yang mendominasi seluruh batuan yang ada. Namun, batuan lainnya seperti serpentin, dunit, piroksenit juga terdapat dalam kompleks ofiolit di Pulau Gag ini. Seperti telah dibahas sebelumnya bahwa penyusun batuan harzburgit terutama mineral ortopiroksen dan olivin. Batuan serpentin di Pulau Gag, umumnya telah mengalami pelapukan kuat serta proses alterasi sehingga terbentuk mineral serpentin dan asbes.

**Proses Mineralisasi**

Proses mineralisasi sekunder di daerah ini dimulai dengan pelapukan batuan ultramafik baik secara fisik maupun kimiawi. Proses pelapukan ini erat sekali hubungannya dengan keseimbangan dalam kerak bumi untuk menghasilkan material baru yang disebabkan oleh udara, air dan kehidupan.

Pelapukan fisik merupakan proses penghancuran batuan secara fisik menjadi komponen kecil yang disebabkan oleh energi seperti air, perubahan temperatur, aktifitas pendinginan, eksfoliasi dan abrasi. Di daerah Pulau Gag, pelapukan fisik ini terutama disebabkan oleh abrasi air laut (gelombang). Sebagai contoh, misalnya batupasir kuarsa berubah menjadi butiran pasir kuarsa tanpa berubah komposisinya.

Sebaliknya, pelapukan kimia yang disebutkan pula proses dekomposisi, merupakan proses pelapukan yang sedikit lebih rumit dibandingkan dengan pelapukan fisik. Dalam pelapukan fisik, tidak terjadi perubahan komposisi kimia sedangkan dalam pelapukan kimia terjadi perubahan komposisi kimia. Sebagai contoh, feldspar akan menjadi mineral baru berupa kaolin bahkan produk pelapukan kimia tidak menghasilkan bentuk yang jelas (garam yang dihancurkan di dalam air).



**Gambar 15.** Runtunan batuan ofiolit (Geoscience & Natural Resources, Germany, 1982)

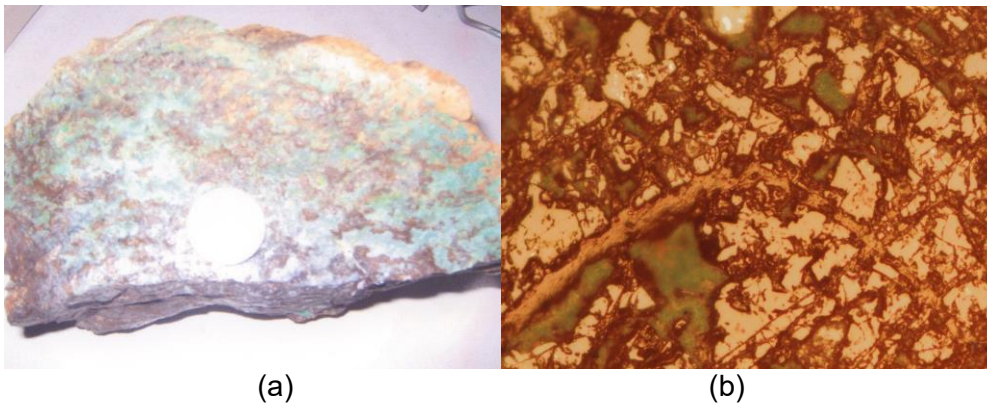
Pelapukan kimia melibatkan beberapa proses, seperti dissolusi, silisifikasi, karbonisasi, hidrasi dan oksidasi. Namun, yang paling umum terjadi dalam pelapukan kimia adalah oksidasi. Oksidasi ini terjadi karena adanya reaksi oksigen, ukuran partikel, komposisi mineral, iklim, tumbuhan dan hewan. Di samping itu, dalam mempercepat proses, terlibat pula agen-agen lain seperti air, karbon dioksida, udara dan asam atau "H<sup>+</sup>". Dalam proses pelapukan kimia, agen-agen yang disebutkan di atas bisa mempercepat ataupun memperlambat proses. Kuarsa (SiO<sub>2</sub>), sebagai contoh, akan memperlambat proses sebaliknya mineral seperti olivin (Fe, Mg, SiO<sub>4</sub>) akan mempercepat proses. Iklim, kelembaban yang diikuti oleh cuaca panas akan mempercepat pelapukan kimiawi.

Nampaknya, laterit yang terjadi di daerah Pulau Gag termasuk proses pelapukan kimiawi (oksidasi yang kuat) yang batuan asalnya kaya mineral (nikel) diganti menjadi konsentrasi mineral baru berupa endapan nikel sekunder (garnierit). Hal ini serupa dengan pembentukan oksida besi di Pulau Bangka disamping menghasilkan bijih timah sekunder (Abidin dan Rusmana, 2003), proses pembentukan oksida besi dan Komplek ofiolit di Gunung Kukusan, Kalimantan (Abidin, 2001; Abidin dan Hakim, 2001). Proses ini dikontrol oleh kondisi oksida besi yang memungkinkan untuk terbentuk. Hadirnya oksida besi sebagai hematit, gutit, laterit, limonit dan juga nikel, tentunya berasosiasi dengan batuan asal yang mengandung mineral ferromagnesian (piroksen, hornblenda dan olivin). Batuan yang mengandung mineral seperti ini adalah batuan ultramafik (harzburgit atau serpentinit).

Di lapangan, hampir 2/3 daerah Pulau Gag ditutupi oleh batuan tersebut. Proses pelapukan kimia itu telah menghasilkan laterit yang terdiri atas lapisan tanah penutup, lapisan limonit dan lapisan saprolit (Gambar 11 a,b). Lapisan tanah

penutup merupakan soil dengan ketebalan berkisar antara 20 cm s.d. 30 cm. Umumnya lapisan tanah penutup ini bercampur dengan akar-akar tumbuh-tumbuhan. Lapisan limonit, yang berwarna merah kecoklatan mengandung oksida besi sekunder. Hasil pelapukan kedua berupa saprolit (lapisan di bawah lapisan limonit) yang juga berwarna merah kecoklatan, kaya akan lempung, dan masih memperlihatkan jejak tekstur maupun struktur batuan asal. Bijih nikel sekunder terdapat di dalam kedua lapisan ini namun konsentrasi nikel terdapat dalam lapisan *saprolite ore* (Gambar 11b). Pembentukan bijih nikel sekunder dalam kedua lapisan ini terjadi karena jejak nikel telah terdapat dalam batuan asal (ultramafik). Dalam proses lateritisasi dari batuan asal tersebut (dalam hal ini batuan ultramafik), nikel bersatu dengan air tanah dan secara kimiawi diendapkan kembali ke dalam zona oksida besi sebagai mineral garnierit (Gambar 16a, b).

Hasil analisis 6 penampang terpilih dari singkapan (0 m s.d. 7 m) (Gambar 14) (Tabel 1) memperlihatkan bahwa kandungan Ni berkisar dari 1,15% s.d. 2,62% (limonit dan saprolit). Kandungan Ni ini ternyata sebagian besar terdapat dalam lapisan limonit (0 - 4m) pada penampang No. 20; kedalaman (0 m s.d. 3 m) pada penampang No. 25; kedalaman (0 m s.d. 5 m) pada penampang No. 0, No. 5, dan No. 15; kedalaman 0 m s.d. 6 m dalam penampang No. 10. Secara keseluruhan kandungan Ni dalam lapisan limonit berkisar dari 1,15% s.d. 1,86%. (Tabel 1). Lapisan saprolit ditemukan pada penampang No. 10 mulai kedalaman 6 meter, penampang No. 5 dan No. 15 pada kedalaman mulai 5 meter, penampang No. 20 pada kedalaman mulai 4 m dan penampang No. 25 pada kedalaman mulai 3 meter. Kandungan Ni dalam lapisan saprolit ini berkisar dari 1,50% s.d. 2,62% (Tabel 1). Kombinasi nilai Ni baik dalam lapisan limonit dan lapisan saprolit maka nilai rata-rata Ni sekitar 1,55%.



**Gambar 16.** Conto terpilih dari mineral garnierit (a) dan poles garnierit (b)

## KESIMPULAN

Nikel laterit berupa garnierit di Pulau Gag ini terdapat dalam kompleks ofiolit yang berumur Jura. Proses pelapukan kimia batuan ofiolit/ultramafik membentuk laterit yang terdiri atas lapisan limonit dan lapisan saprolit. Bijih nikel sekunder terdapat di dalam kedua lapisan ini namun konsentrasi ekonomis dijumpai dalam lapisan *saprolite ore*. Dalam lapisan limonit dan saprolit, kandungan Ni masing-masing berkisar antara 1,15% s.d. 1,86% dan 1,50% s.d. 2,62%.

Potensi sumber daya mineral di Pulau Gag meliputi potensi mineral logam dan mineral bukan logam. Potensi mineral logam yang prospek berupa nikel, dengan besar sumber daya bijih nikel melebihi ratusan juta ton dengan kadar nikel 1,55%. Sejak tahun 2002 eksplorasi yang dilakukan oleh perusahaan BHP-Billiton dihentikan sementara karena masalah hutan lindung

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah memberi kesempatan untuk melakukan peninjauan di Pulau Gag. Terima kasih sebesar-besarnya kepada PT. Gag Nikel dan PT. Antam-BHP (Ternate dan Gebe) yang telah memberikan bantuan (akomodasi, transportasi dan data) juga Kepala Desa Gambir yang telah memberi kemudahan di pulau tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Wahyono, Ari, K. dan Amir, H., 2012. Eksplorasi nikel laterit di Pulau Waigeo, Papua Barat. Laporan Perusahaan. Tidak terbit.
- Abidin, H.Z. dan Rahman, 2011. Eksplorasi nikel laterit di daerah Baula, Kolaka, Sulawesi Tenggara. Laporan Perusahaan. Tidak terbit.
- Abidin, H.Z. dan Baharuddin, 2007. *Eksplorasi nikel laterit di daerah Maba, Halmahera Timur, Maluku Utara*. Laporan PT. KSM. Tidak terbit.
- Abidin, H.Z., Baharuddin dan Partoyo, E., 2007. *Eksplorasi nikel laterit di daerah Buli, Halmim*. Laporan PT.KSM. Tidak terbit.
- Abidin, H.Z. dan Rusmana, E., 2003. Origin of iron oxide within weathered granite and tin alluvial deposition, South Bangka District, Bangka-Belitung. *Majalah Geologi Indonesia*, 18 (2), 95-105.
- Abidin, H.Z., 2001. Iron oxide associated with the ultramaphic rocks, Mt. Kukusan Area, South Kalimantan. *Indonesian Mining Journal*, 7 (3): 14-23.
- Abidin, H.Z. dan Hakim, AS., 2001. Dismembered ophiolite Complex in Mt. Kukusan Area, Batuicin District, South Kalimantan: Synthetic, origin and economic important. *Publikasi Khusus, Puslitbang Geologi*, 28: 75-88.

- Anonymous, (1999), *Gag Island Joint Ventures Progress Report #1* Tidak terbit. PT. Antam-BHP Minerals.
- Edward, P. dan Atkinson, K (1986), *Ore Deposit Geology*, Chapman and Hill, London-New York.
- Evan, A.M. (1992), *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*, Blackwell Scientific Publication, 390 h.
- Kertapati, E., Asdani, I. Effendi (2001), *Peta Kegempaan Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nicholas, A. (1989). *Structures of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London. 311h.
- Pieters, P., C.J. Pigram, D.S. Trail, D.B. Dow (1983), *The Stratigraphy of Western Irian Jaya*, Bull. Geol. Res. and Dev. Centre, No.8 14-48, Bandung
- Supriatna, S., Hakim A.S. dan Apandi, T. (1995), *Peta Geologi Lembar Waigeo, Irian Jaya*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Wilson, M. (1989), *Igneous Petrogenesis*, Unwin Hyman, London, 466 h.
- [www.gagnikel.com](http://www.gagnikel.com), online 3 Juli 2017.

Diterima	: 4 Mei 2017
Direvisi	: 15 Mei 2017
Disetujui	: 31 Mei 2017

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dewan Redaksi dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para editor dan mitra bestari atas kerja keras dan kerja kritis dalam penyiapan makalah-makalah edisi pertama ini. Secara khusus, kami ucapkan terima kasih kepada para editor dan mitra bestari yang bertanggung jawab terhadap materi mineral, energi fosil dan teknologi informasi, tema-tema yang diangkat pada edisi ini. Kami juga berterima kasih kepada semua unsur Dewan Redaksi atas kerja keras dan kerja yang sangat baik dalam menyelesaikan penerbitan Volume 12 Nomor 1, sebagai edisi pertama ditahun 2017 dari Buletin Sumber Daya Geologi ini.





**BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI**

Volume 12 Nomor 1 Tahun 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

**INDEKS PENULIS**

Bambang Nugroho Widi  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara  
dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
Email: widizero@yahoo.com

Firdaus Octavira  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara  
dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
Email: f.octavira@gmail.com

Deny Setiady  
Pusat Penelitian dan Pengembangan  
Geologi Kelautan  
Jl. Dr. Djunjunan No.236, Bandung  
Email: deny@mgi.esdm.go.id

Muhammad Abdurachman Ibrahim  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara  
dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta 444, Bandung  
Email: Ibrahim\_lubis@yahoo.com

Denni Widhiyatna  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara  
dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta 444, Bandung  
Email: dennipmg@gmail.com

Sam Permanadewi  
Pusat Survei Geologi  
Jalan Diponegoro 57, Bandung  
Email: sam\_permanadewi@yahoo.com

Joko Wahyudiono  
Pusat Survei Geologi  
Jalan Diponegoro 57, Bandung  
Email: joko\_wh001@yahoo.com

Armin Tampubolon  
Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara  
dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung  
Email: armin\_tampubolon@yahoo.com



## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 12 Nomor 1 Tahun 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

---

### INDEKS KATA KUNCI

WebGIS 13-16, 18-24  
ArcGIS API 13-15, 24  
API 13-19, 22-24  
Batubara 1, 3, 12-14, 19, 23, 39, 41-43,  
45-49, 51-53, 55  
Cekungan Ombilin 39, 43, 44, 53  
Dosay 1, 2, 4, 5, 10-12  
GIS 13-24  
Gumuk Pasir 27  
Karakteristik Pantai 25  
Kerak Samudera 55-57  
Kromit 1, 2, 5, 6, 8, 10-12, 66  
Laterit 1-8, 11, 12, 55-58, 60, 63, 64, 66,  
68, 69  
*Mobile* 13, 14, 16, 19, 20, 22, 23  
Nikel Laterit 12, 55, 65  
Ofiolit 1, 2, 4, 5, 10, 11, 55-57, 61, 66-68  
Pameungpeuk 25, 26, 29-31, 33, 34, 37  
Pasir Besi 25, 27, 38  
Pegunungan Cycloop 1, 2, 4, 5, 10  
Pelapukan Kimia 55  
Pemetaan 25, 29, 52  
Pulau Gag 55-58, 60-63, 66-69  
Rekahan 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53



## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Mei 2017

ISSN 1907-5367, eISSN 2580-1023

DDC:

**Bambang Nugroho Widi**  
(Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

**POTENSI ENDAPAN LATERIT KROMIT DI DAERAH DOSAY, KABUPATEN JAYAPURA, PROVINSI PAPUA**

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Mei 2017 Vol. 12 No. 1 Hal. 1 - 12

Kebudayaan mineral kromit di Wilayah Dosay, Kecamatan Sentani Barat, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua, merupakan temuan baru yang menarik untuk di kaji. Indikasi tersebut telah memberikan gambaran baru tentang kondisi mineralisasi yang belum pernah diungkap oleh penyelidik sebelumnya.

Secara geologi Jalur Pegunungan Cycloop tempat indikasi kromit ditemukan terjadi dalam batuan ultrabasa kelompok ofiolit yang merupakan batuan induk (*host rock*) dari kelompok mineral logam jenis kobalt (Co), nikel (Ni), besi laterit (Fe), platinum (Pt), paladium (Pd) dan kromit (Cr).

Metoda penyelidikan meliputi pemetaan geologi, survey geofisika menggunakan *Ground Penetrating Radar* (GPR) dan pengeboran tangan. Hasil penyelidikan tahun 2016 menunjukkan anomali kromit cukup signifikan yaitu dari kisaran 1,3% hingga s.d 4,7% Cr dari conto tanah hingga lapukan batuan (saprolit) atau sekitar 130 kali lipat kelimpahan unsur krom di kerak bumi. Sementara dari unsur logam lainnya seperti kobalt, nikel dan besi kehadirannya tidak begitu signifikan.

Adanya indikasi kromit yang kuat di horizon lapisan bagian atas hingga saprolit pada bagian bawah, diharapkan akan menjadi suatu temuan baru yang menarik dan berharga baik secara scientific maupun ekonomi diwilayah ini untuk masa datang.

**Kata kunci:** kromit, laterit, Dosay, ofiolit, Pegunungan Cycloop

DDC:

**Firdaus Octavira**  
(Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

**PEMANFAATAN ARCGIS APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE SEBAGAI ALTERNATIF PENGEMBANGAN WEBGIS NERACA SUMBER DAYA MINERAL, BATUBARA, DAN PANAS BUMI BERBASIS MOBILE**

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Mei 2017 Vol. 12 No. 1 Hal. 13 - 24

Kebutuhan akan WebGIS dewasa ini sudah sangatlah penting. Tingkat mobilitas pengguna juga bertambah secara drastis seiring kemajuan teknologi. Salah satu GIS-API (*Geographic Information System - Application Programming Interface*) yang cukup populer adalah ArcGIS API yang digunakan untuk membangun aplikasi GIS yang di-*customized*. Neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi disusun berdasarkan titik koordinat

keterdapatannya sehingga dapat dimodelkan dengan menggunakan WebGIS. Implementasi WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi yang saat ini ada ternyata belum sepenuhnya mengakomodasi kebutuhan pengguna yang ingin mengakses dengan menggunakan perangkat mobile-nya. Oleh sebab itu, dilakukan pencarian alternatif lain dalam pengembangan WebGIS neraca sumber daya mineral, batubara, dan panas bumi dengan menggunakan ArcGIS API.

**Kata kunci:** GIS, WebGIS, API, ArcGIS API, Neraca Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi, *Mobile*

DDC:

**Deny Setiady**  
(Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan)

**POTENSI ENDAPAN PASIR BESI DAN GUMUK PASIR SERTA HUBUNGANNYA DENGAN BATUAN INDUK DI PANTAI PAMEUNGPEUK, KABUPATEN GARUT, PROVINSI JAWA BARAT**

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Mei 2017 Vol. 12 No. 1 Hal. 25 - 38

Pantai Pameungpeuk dan sekitarnya mempunyai potensi tambang berupa sedimen pasir dan gumuk pasir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi potensi sedimen pasir dan gumuk pasir di daerah penelitian serta hubungan dengan batuan induk. Metoda penelitian terdiri dari pemetaan karakteristik pantai, pengambilan sedimen pantai, bor tangan pantai, analisis ukuran butir dan analisis kandungan mineral.

Daerah penelitian terdiri dari pantai berpasir putih, pantai berpasir coklat dan pantai berpasir hitam. Pantai berpasir hitam didominasi oleh pasir besi, pantai berpasir coklat didominasi oleh mineral magnetit, juga sedikit pecahan cangkang moluska, dan pantai berpasir putih didominasi oleh pecahan cangkang. Berdasarkan analisis mineralogi pasir di daerah penelitian terdiri dari magnetit, hematit, limonit, ilmenit, rutil, hornblenda, piroksen, augit, diopsid, biotit dan epidot.

Pantai Pameungpeuk bergumuk pasir dengan kemiringan pantai sedang hingga tinggi (*slope* 21° s.d. 60°), dan lebar pantai bervariasi mulai dari 30 meter sampai 60 meter, serta tinggi gumuk pasir mulai dari 3 meter sampai 6 meter.

**Kata kunci:** Pemetaan, Karakteristik Pantai, Pasir Besi, gumuk pasir, Pameungpeuk

DDC:

**Muhammad Abdurachman Ibrahim**  
dan **Denni Widhiyatna**  
(Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

**KARAKTERISTIK REKAHAN BATUBARA PADA EKSPLOKASI GAS METANA BATUBARA DI CEKUNGAN OMBILIN, PROVINSI SUMATERA BARAT**

Buletin Sumber Daya Geologi

BSDG Mei 2016 Vol. 12 No. 1 Hal. 39 - 53

Eksplorasi *Coal Bed Methane* atau gas metana batubara telah dilakukan di Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat oleh Pusat Sumber Daya Geologi pada tahun 2009. Daerah ini termasuk dalam Cekungan Ombilin. Pengeboran gas metana batubara mencapai kedalaman 451 meter, menembus Formasi Sawahlunto dengan lingkungan delta. Di daerah ini terdapat 5 lapisan batubara, yaitu A, B, C, D, dan E. Salah satu karakteristik yang dapat diamati adalah rekahan batubara (*cleat*). Analisis *microcleat* digunakan untuk melihat kenampakan maseral, mineral lain, bukaan rekahan (*aperture*), dan spasi rekahan (*spacing*). Analisis ini juga memberikan gambaran porositas dan permeabilitas, serta kandungan gas, berdasarkan ciri fisik bukaan dan spasi rekahan batubara. Analisis ini memberikan gambaran bahwa semakin dalam batubara, maka akan semakin buruk permeabilitasnya, kandungan gas akan baik bila bukaan lebar, menerus, dan tidak terisi mineral, serta semakin bersih batubara dengan kilap gelas. Hal ini akan memberikan rekahan yang banyak dan memiliki komposisi gas metana yang baik.

**Kata kunci:** gas metana batubara, batubara, rekahan, Cekungan Ombilin

**DDC:**

**Sam Permadewi<sup>1</sup>, Joko Wahyudiono<sup>1</sup> dan Armin Tampubolon<sup>2</sup>**  
(<sup>1</sup>Pusat Survei Geologi, <sup>2</sup>Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi)

**CEBAKAN NIKEL LATERIT DI PULAU GAG, KABUPATEN RAJA AMPAT, PROVINSI PAPUA BARAT**

**Buletin Sumber Daya Geologi**

**BSDG Mei 2017 Vol. 12 No. 1 Hal. 55 - 70**

Pulau Gag, yang terletak terpencil di deretan Kepulauan Raja Ampat, merupakan pulau yang memendam sumberdaya mineral yang berlimpah. Sumber daya tersebut berupa cebakan bijih nikel laterit (Ni, Co, Fe) yang menempati  $\pm 2/3$  dari pulau tersebut. Secara geologi,  $2/3$  bagian Pulau Gag ditempati oleh kompleks ofiolit yang terdiri atas batuan ultramafik (serpentin, harzburgit, dan piroksenit), sedangkan sisanya ditempati oleh batuan gunungapi. Kompleks ofiolit di Pulau Gag ini diduga sebagai kerak samudera yang secara tektonik tersungkup di tepi benua dan busur kepulauan akibat adanya pergerakan Benua Australia ke arah utara. Laterit nikel terbentuk akibat adanya proses pelapukan kimia yang terjadi pada batuan ofiolit yang telah mengandung nikel. Bijih nikel sekunder berupa garnierit diendapkan kembali dalam horizon tanah penutup, limonit dan saprolit setelah mengalami pengayaan oleh proses pelapukan. Berdasarkan hasil analisis contoh, menunjukkan bahwa kandungan Ni dan Fe dalam laterit adalah 1,2% Ni, >30% Fe (lapisan limonit); 1,2% Ni, <15% Fe (lapisan saprolit).

**Kata kunci:** Ofiolit, Nikel Laterit, Pelapukan Kimia, Kerak Samudera, Pulau Gag



Bukit ultrabasa (serpentinit) daerah Desa Remo Kecil,  
Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan



Fotomikrograf emas nugget pembesaran 10x daerah Sipul Bukit Mali,  
Kecamatan Noyan, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat



Kristal kuarsa yang terdapat di sungai Ruata, Kecamatan Amahai berupa bongkah (*float*) yang terdapat di pinggir Sungai Ruata, Kecamatan Amahai, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku



Singkapan basalt (tersilisifikasi) di Sungai Ake Loko, Pulau Halmahera, Provinsi Maluku Utara





Singkapan batubara di Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang,  
Provinsi Sulawesi Selatan



Singkapan batupasir sisipan lempung, Kecamatan Geragai, Provinsi Jambi



Singkapan batugamping yang mengalami kalsitisasi di daerah sekitar Gunung Alason, di Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara



Singkapan satuan batuan breksi tufa di Sungai Panyouhan, Kabupaten Murung Raya, Provinsi Kalimantan Tengah

**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, ulas balik (*review*) dan ulasan/tinjauan (*feature*) tentang geologi baik sains maupun terapan terutama berkaitan dengan tugas pokok dan fungsi Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi. 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 dialih bahasa/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 *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 orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disarankan dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta email.
II	<b>Abstrak 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. Abstrak dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara <i>Abstract</i> tercantum di bawah Abstrak; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/ <i>keyword</i> yang ditulis di bawah <i>Abstrak/Abstract</i> , terdiri dari 4 hingga 6 kata. <i>Abstract</i> atau abstrak yang ditulis di bawah abstrak atau <i>abstract</i> menggunakan <i>italic font</i> .

## PEDOMAN PENULIS

III	<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 sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis.
IV	<b>Metodelogi</b> ( <i>Methodology</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.
V	<b>Hasil dan 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. <i>Font</i> huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 <i>point</i> .
VI	<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.
VII	<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).
VIII	<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.
IX	<b>Acuan</b> ( <i>References</i> )	Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun, nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir ( <i>surname</i> ), 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

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

### Bab dalam Buku

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

### Prosiding

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

### Skripsi/Tesis/Disertasi

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

### Informasi dari Internet

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

### Wewenang Redaksi

- Redaksi berwenang penuh melakukan penyuntingan atas naskah yang akan dipublikasikan tanpa mengubah 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 eksemplar naskah asli baik *hardcopy* maupun *softcopy* kepada:

Sekretariat Buletin Sumber Daya Geologi  
Bagian Tata Usaha, Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung, 40254  
Telepon. (022) 520 2698, 522 6270  
Fax. (022) 522 6270, 522 6263  
Email: [buletinsdg@gmail.com](mailto:buletinsdg@gmail.com)  
OJS: [buletinsdg.geologi.esdm.go.id](http://buletinsdg.geologi.esdm.go.id)





LEMBAGA  
ILMU PENGETAHUAN  
INDONESIA

**P2  
MI**

Panitia  
Penilai  
Majalah  
Ilmiah



# SERTIFIKAT

Nomor: 617/AU2/P2MI-LIPI/03/2015

## Akreditasi Majalah Ilmiah

Kutipan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Nomor 335/E/2015 Tanggal 15 April 2015

Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi  
ISSN : 1907-5367  
Redaksi : Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian ESDM,  
Jl. Soekarno-Hatta No. 444 Bandung 40254

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

## TERAKREDITASI

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

Cibinong, 15 April 2015  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

Prof. Dr. Rochadi,  
NIP 195007281978031001

**Alamat Redaksi**

Buletin Sumber Daya Geologi  
Bagian Tata Usaha, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung 40254  
Tel. (022) 522 6270, 520 2698, Fax: (022) 522 6263,  
Website : <http://psdg.geologi.esdm.go.id/>  
OJS: [buletinsdg.geologi.esdm.go.id](http://buletinsdg.geologi.esdm.go.id)  
Email: [buletinpsdg@gmail.com](mailto:buletinpsdg@gmail.com)

