

buletin

SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 8 No. 2, Agustus 2013



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Badan Geologi

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 8	No. 2	Halaman 41 - 99	Bandung Agustus 2013	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah kutipan keputusan kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012
--------------------------------	--------	-------	--------------------	-------------------------	--

KETERANGAN SAMPUL DEPAN

1. Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan ubahan mineral lempung di Plampang, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo.
2. Alterasi berupa silisifikasi disertai pembentukan lempung argilik dengan mineralisasi barit dan sulfida di Desa Sumorejo, Bagelen, Purworejo.
3. Batuan terkersikkan, berongga, mengandung kalkopirit dan pirit di Blok Tanggeung, Cianjur.

PENGANTAR REDAKSI

“Di balik kesulitan selalu ada kemudahan” adalah kata-kata bijak yang cocok untuk memberi semangat bagi Buletin Sumber Daya Geologi ini. Dewan redaksi telah berjiwa dalam berusaha menghadirkan Buletin nomer ini dengan tetap konsisten menyajikan karya ilmiah yang berkualitas. Sulitnya mendapatkan bahan, juga kesulitan menyesuaikan jadwal penyuntingan dan klarifikasi dari penulis karena padatnya kegiatan, telah membuat was-was pecinta Buletin ini. Hal ini dikarenakan kontinuitas terbit menjadi syarat utama kelangsungan eksistensi Buletin kita sebagai Majalah Ilmiah Terakreditasi. Namun demikian tidak sia-sia kerja keras dan sinergi yang tercipta antara dewan redaksi, editor dan para penulis sehingga Buletin nomer 2 dapat sampai ke tangan para pembaca sekalian. Buletin ini menjadi majalah ilmiah andalan satu-satunya yang secara periodik dan konsisten memberikan informasi ilmiah yang berkaitan dengan potensi sumber daya geologi di Indonesia.

Dalam kehidupan kita tidak pernah terlepas dari ketergantungan kita pada mineral. Mulai dari makanan hingga alat transportasi yang kita gunakan semua mengandung mineral. Mineral merupakan sumber daya yang habis pakai atau tidak dapat diperbaharui sehingga penting sekali adanya penemuan-penemuan baru potensi sumber daya ini. Sangatlah relevan apabila bulletin kita kali ini fokus menghadirkan karya ilmiah mengenai mineral dengan beragam sub topik yang menarik. Lima makalah pilihan kali ini antara lain mengenai Penentuan kawasan pertambangan berbasis sektor komoditas unggulan sumber daya nikel Kabupaten Konawe, Prospek mineralisasi emas dan perak tipe hidrotermal di Pulau Jawa bagian Barat dengan pendekatan analisis spasial likelihood ratio, Potensi lempung dan felspar untuk bahan baku keramik di Kabupaten Banjarnegara, dan juga studi alterasi dan mineralisasi di sekitar Gunung Agung, Kabupaten Kulonprogo – Purworejo. Di nomor ini tersaji pula ulasan tentang hubungan kandungan mineral kuarsa dan mineral lainnya dalam sedimen dasar laut di Kepulauan Aruh Provinsi Riau.

Kerjasama harmonis dan sinergis dari para editor dan mitra bestari, serta pemakalah yang bersama-sama tim redaksi menjadikan eksistensi Buletin ini tidak pernah terhenti baik dalam segi kontinuitas maupun kualitas isinya. Terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua yang terlibat untuk kehadiran bulletin ini. Dan tidak pernah bosan kita semua saling mengingatkan untuk menjauh dari plagiarisme sebagai langkah mempertahankan kehormatan diri selaku ilmuwan sumber daya geologi.

Selamat menikmati dan salam hangat selalu dari kami.
Dewan redaksi

Penasihat

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi
Ir. Calvin Karo Karo Gurusinga, M.Sc

Penanggungjawab

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

Redaktur

Ir. Rina Wahyuningsih
Ir. Denni Widhiyatna
Ir. Herry Rodiana Eddy, M.Si
Ir. Rahardjo Hutamadi
Dra. Ella Dewi Laraswati

Editor

Dr. Ir. Bambang Tjahjono, M.Sc
Ir. Bambang Pardiarto
Ir. Kusdarto
Ir. Deddy Amarullah
Ir. Kasbani, M.Sc
Ir. Teuku Ishlah
Dr. Eng.Suryantini, ST
Prof. Dr. Bukin Daulay, M.Sc
Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc

Desain Grafis dan Fotografer

Candra
Rizki Novri Wibowo, S.Ds

Sekretariat

Lano Aditya Permana, ST, MT
Dwi Asmoro Susanto, A.Md
Nova Novelyariyanti
Murni Sulastri
Kemala Wijiyanti
Adinda Kinasih

Mitra Bestari Edisi ini

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

DAFTAR ISI

MAKALAH ILMIAH

- 41 - 53 **PENENTUAN KAWASAN PERTAMBANGAN BERBASIS SEKTOR KOMODITAS
UNGGULAN SUMBERDAYA NIKEL KABUPATEN KONAWE DAN KONAWE UTARA,
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**
Oleh : Iwan Nursahan, Vijaya Isnaniawardhani dan Nana Sulaksana
- 54 - 66 **PROSPEK MINERALISASI EMAS DAN PERAK TIPE HIDROTHERMAL
DI PULAU JAWA BAGIAN BARAT DENGAN PENDEKATAN ANALISIS SPASIAL
*LIKELIHOOD RATIO***
Oleh : Denni Widhiyatna dan Penny Oktaviani
- 67 - 74 **POTENSI LEMPUNG DAN FELSPAR UNTUK BAHAN BAKU KERAMIK
DI DAERAH PURWANEGARA, KABUPATEN BANJARNEGARA, JAWA TENGAH**
Oleh : Penny Oktaviani dan Irwan Muksin
- 75 - 86 **STUDI ALTERASI DAN MINERALISASI DISEKITAR GUNUNG AGUNG,
KABUPATEN KULONPROGO – PURWOREJO**
Oleh : Chusni Ansori dan Defry Hastria
- 87 - 99 **HUBUNGAN KANDUNGAN MINERAL KUARSA DAN MINERAL LAINNYA
DENGAN SEDIMEN DASAR LAUT DI KEPULAUAN ARUAH PROVINSI RIAU**
Oleh : Deny Setiady dan Ediar Usman

SARI MAKALAH

Oleh : Redaksi

GALERI FOTO

Oleh : Rizki Novri Wibowo S.Ds

PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

PENENTUAN KAWASAN PERTAMBANGAN BERBASIS SEKTOR KOMODITAS UNGGULAN SUMBERDAYA NIKEL KABUPATEN KONAWE DAN KONAWE UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Oleh:

*Iwan Nursahan, **Vijaya Isnaniawardhani dan **Nana Sulaksana

*Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno-Hatta No.444, Bandung

**Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor

SARI

Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara merupakan bagian dari Kawasan Strategis Nasional (KSN) Soroako dan sekitarnya, yang dicanangkan sebagai wilayah dengan komoditi unggulan pertambangan nikel. Penentuan kawasan pertambangan berbasis komoditi unggulan sumberdaya nikel ini menggunakan pendekatan Satuan Genetika Wilayah (SGW) dan memanfaatkan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Valuasi matrik holistik SGW menghasilkan 204 nilai SGW di Kabupaten Konawe dan 248 nilai SGW di Kabupaten Konawe Utara. Valuasi matrik holistik tersebut, menunjukkan adanya keterkaitan aspek potensi dan kendala wilayah terhadap total nilai valuasi SGW.

Berdasarkan valuasi SGW dan analisis SWOT kawasan pertambangan prioritas I, maka dapat direkomendasikan bahwa SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik daerah Langikima dan Wiwirano serta SGW Pedataran Batuan Ultramafik daerah Asera, Andowia, Wiwirano dan Molawe sebagai Kawasan Andalan Pertambangan Nikel, dengan total sumberdaya sekitar 1,14 Milyar Ton, dan nilai valuasi skenario dikembangkan/ditambang berkisar 248 hingga 298.

Kata kunci: kawasan pertambangan, nikel, valuasi.

ABSTRACT

Konawe and Konawe Utara Regencies are part of the Sorowako National Strategic Area and surroundings, which was declared as the nickel mining commodity area. This study aims to determine the terrain development priority based of nickel resources approaches by the Terrain Genetic Unit (TGU) using Geographic Information Systems (GIS) technology.

The valuation of holistic matrix TGU, obtained 204 values in Konawe Regency and 248 values of TGU at Konawe Utara Regency. The holistic matrix valuation shows the relationship between the potential and constrains value of Terrain characteristic toward the total TGU values.

Based on the TGU valuation and SWOT analysis for first priority mining areas, it can be recommended that the TGU of Plain Fault ultramafic rocks around Langikima and Wiwirano areas as well as TGU of Plain ultramafic rocks around Asera, Andowia, Wiwirano and Molawe areas as the first priority zone of Nickel mining, with resource about 1.14 billion tons, and TGU value for developed/mined scenario is ranged between 248 to 298.

Keyword: mining area, nickel, valuation.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam Masterplan Percepatan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI 2011 - 2025), Pulau Sulawesi diarahkan salah satunya untuk pengembangan pertambangan nikel. Berdasarkan dalam PP No. 26 tahun 2008

tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, Kabupaten Konawe Utara dan Kabupaten Konawe ini merupakan bagian dari Kawasan Strategis Nasional (KSN) Soroako dan Kawasan Andalan Pertambangan Nikel Asesolo /Kendari, Sulawesi Tenggara.

Permasalahan utama dalam alokasi pemanfaatan tataguna lahan kawasan

pertambangan, yakni: terdapatnya tumpang tindih antara kegiatan pertambangan dengan sektor lainnya, seperti: pertanian, pemukiman dan kawasan hutan konservasi dan lindung. Salah satu alternatif untuk mencari solusi masalah tersebut adalah dengan melakukan penelitian penentuan kawasan pertambangan dengan pendekatan Konsep Satuan Genetika Wilayah (Hirawan, 2005).

Geologi Regional

Geologi daerah penelitian didominasi oleh Satuan Batuan Ofiolit/Ultramafik (Ku) berumur Kapur, terdiri dari: peridotit dan hazburgit. Struktur geologi yang berkembang berupa sesar mendatar mengiri berarah baratlaut–tenggara (Sesar Lasolo). Sesar mendatar mengiri Anggowala berarah baratlaut tenggara dan Sesar naik Wawo mengakibatkan beranjaknya batuan ultramafik. Lipatan ditemukan berupa lipatan tertutup, lipatan rebah, lipatan pisau dan lipatan terbalik, pada batuan Tersier, termasuk dalam Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi, skala 1 : 250.000, terlihat dalam gambar 1 (Rusmana, 1993). Menurut Moetamar (2007) batuan ultramafik yang terdiri dari peridotit dan hazburgit tersebut merupakan formasi pembawa logam nikel.

Potensi bijih nikel Kabupaten Konawe adalah sebesar 529,9 juta ton, dengan nilai sumber daya sebesar 460,57 juta ton, dan cadangan 69,3 juta ton, kadar Ni berkisar 0,6–2%, terdapat di Kecamatan Routa, Kecamatan Puriala, Kecamatan Pondidaha. Sedangkan di Kabupaten Konawe Utara total potensi nikel adalah sebesar 501,8 juta ton, dengan nilai sumber daya sebesar 348,5 juta ton, dan cadangan 153,3 juta ton, kadar Ni dari 0,98–2,95%, tersebar di Kecamatan Lasolo, Kecamatan Langikima, Kecamatan Molawe dan Kecamatan Wiwirano (Anonim, 2011b).

Genesa Endapan Nikel

Endapan nikel laterit dapat dibagi menjadi dua jenis: *nickel ferrous ferugineous* dan *nickel silicate* (nikel laterit silika). Nikel laterit pertama memiliki kandungan besi 40% Fe dan Ni $\pm 1\%$. Dan nikel laterit silika mempunyai kandungan besi $< 35\%$ Fe, dan Ni mencapai 15%, terdapat pada *nickel garnierite*, terbentuk di bagian zona saprolit

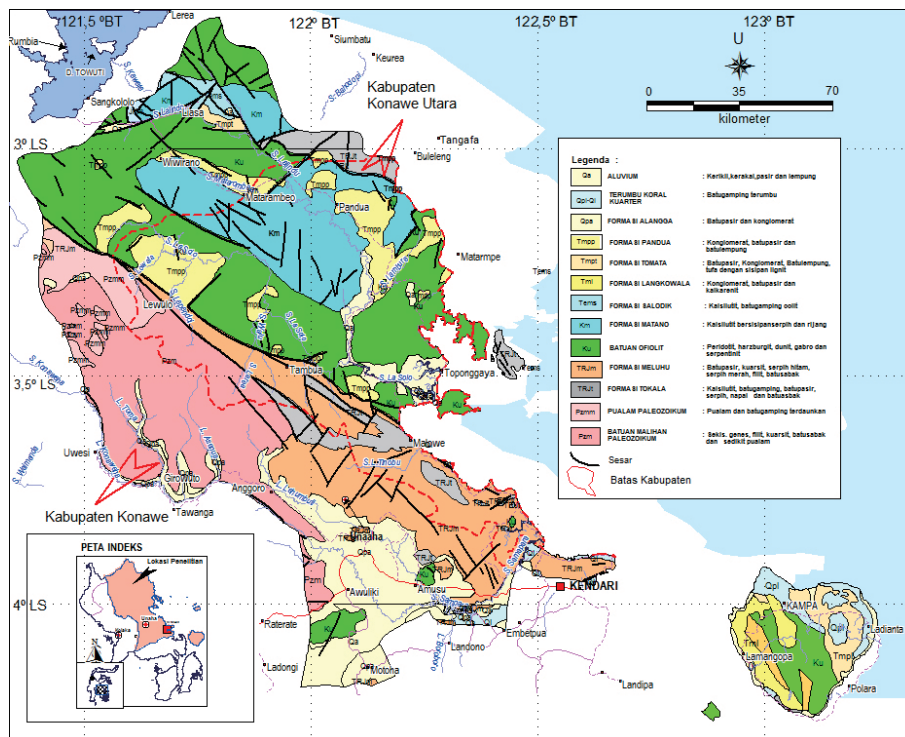
(Chetetat, 1947, dalam Sutisna, 2006). Endapan nikel laterit silika merupakan endapan yang terbentuk oleh proses residual silika bijih nikel yang berasosiasi dengan batuan ultramafik dunit, peridotit, serpentinit-harzburgit pada lingkungan tropis-subtropis berumur Mesozoikum-Kuarter. Keterdapatannya nikel di Indonesia umumnya sebagai endapan nikel laterit silika hasil pelapukan residual batuan dasar Komplek Ofiolit/Ultramafik, yang terakumulasi pada batuan peridotit serpentinit dan hazburgit (Smirnov, 1976).

Selain itu, endapan nikel juga terkonsentrasi pada morfologi dengan karakteristik ideal. Morfologi ideal ini berpengaruh terhadap efektifitas proses pelapukan, dan tingkat erosi yang diakibatkan oleh dinamika iklim tropis. Morfologi ini umumnya berbentuk dataran (plato) dengan kemiringan lereng rendah atau daerah bergelombang dengan kemiringan lereng dibawah 30°C (Swamidharma, 2011). Pembagian pengayaan nikel laterit berdasarkan kemiringan lereng dapat dijelaskan pada gambar 2 (Chetetat, 1947; Blanchard, 1944 dalam Gilbert dan Park, 1986).

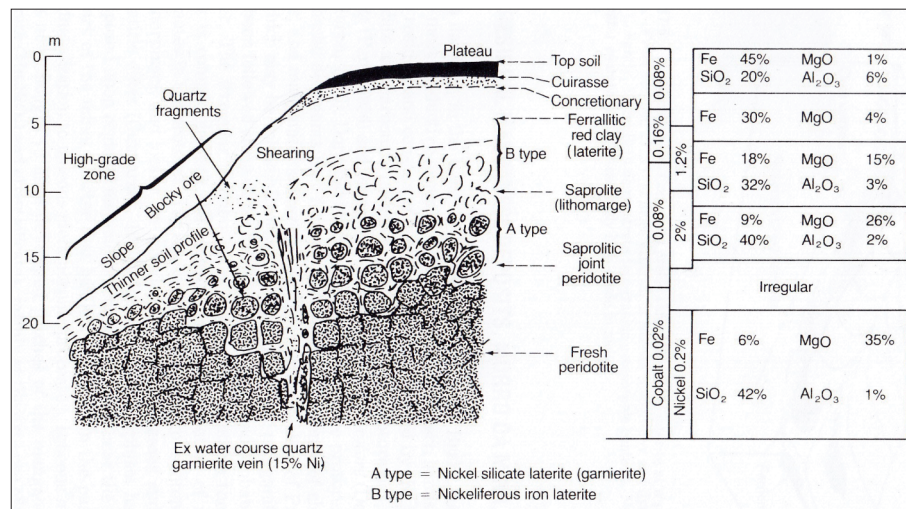
Tipe endapan nikel laterit di Sulawesi, ditemukan terakumulasi pada lapisan saprolit dan limonit. Endapan nikel akan terakumulasi di bagian bawah saprolit dan kadarnya akan meningkat $\pm 30\%$, dengan kisaran kadar Ni 1,5 – 3% (Swamidharma, 2011).

Potensi Nikel

Potensi sumber daya dan cadangan bijih nikel laterit Indonesia sekitar 4,2 milyar ton (2011), atau sepertiga dari sumber daya nikel laterit dunia yang mencapai 12,5 milyar ton. Secara nasional tahun 2010 produksi bijih nikel mencapai 5,6 juta ton, nikel *matte* 79 ribu ton dan *ferronickel* 18 ribu ton. Pada tahun 2011 produksi bijih nikel meningkat hingga 7,5 juta ton. Pada tahun 2012 diperkirakan produksi bijih nikel nasional mencapai 34 juta ton. Sedangkan produksi nikel *matte* diperkirakan mencapai 70 ribu ton dan *ferronickel* mencapai 19 ribu ton. Masih tingginya nilai ekspor bahan mentah menjadi salah satu penyebab tidak terserapnya produksi bijih nikel nasional oleh industri dalam negeri (Ignasius L dan Nurseffi, D.W., 2012).



Gambar 1. Peta Geologi Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara (Moetamar,2007 modifikasi dari Rusmana, 1993)



Gambar 2. Penampang tegak pengayaan cebakan nikel lateritik (Chetetat, 1947 dalam Gilbert dan Park, 1986)

Pulau Sulawesi merupakan daerah penghasil nikel paling tinggi di Indonesia, yang menyumbangkan sekitar 7% PDRB Sulawesi. Saat ini, hanya terdapat dua produsen utama dan pusat pengolahan nikel di Sulawesi Bagian Tenggara, yakni PT Aneka Tambang (Tbk) di Pomalaa Provinsi Sulawesi Tenggara sebagai Pusat Pengolahan *ferronickel* dengan produksi 30.000 ton, dan PT Internasional Nickel Indonesia (PT INCO), di Soroako, Sulawesi Tengah dengan produksi *nickel matte*

±70.000 ton (Swamidharma, 2011).

Pengembangan Kawasan Pertambangan Nikel

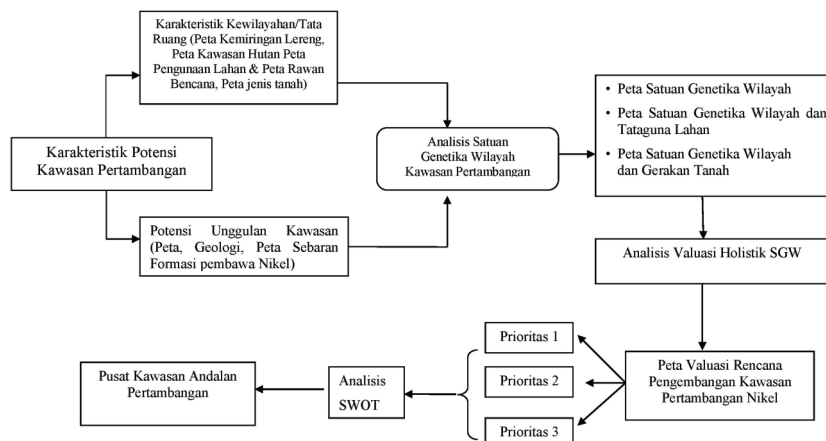
Di wilayah Pulau Sulawesi juga terdapat empat lokasi penting yang memiliki cadangan nikel melimpah untuk pengembangan kawasan pertambangan nikel, yakni: Soroako, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan; Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah; Pomalaa, Kabupaten Kolaka, dan Kabupaten Konawe,

Sulawesi Tenggara (Anonim, 2011a). Selain itu juga terdapat pusat kawasan pertambangan dan pengolahan mineral logam di Pulau Sulawesi, yakni: Penambangan dan pengolahan serta pemurnian nikel di Konawe Utara, Morowali, Soroako, dan Pomalaa; tambang dan pabrik *Nickel Pig Iron* di Bahodopi dan Konawe; serta Pembangunan pabrik *Ferro Nickel* di Kolaka, Kolaka Utara dan Konawe Utara (Anonim, 2011a).

Oleh karena itu dalam rangka pengembangan kawasan pertambangan nikel di Sulawesi Tenggara, perlu dilakukan penentuan kawasan andalan pertambangan berbasis sektor unggulan sumber daya nikel pada Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara. Analisis kawasan andalan dilakukan dengan pendekatan konsep SGW (Hirawan, 2005).

Metoda analisis yang dilakukan meliputi: analisis SGW; analisis valuasi holistik SGW (*skoring* dan pembobotan) dan penentuan skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan. Analisis ini dititikberatkan pada formasi batuan pembawa logam nikel berdasarkan peta geologi daerah penelitian (Moetamar, 2007).

Satuan Genetika Wilayah (SGW) atau *Terrain Genetic Unit* adalah suatu sistem yang dibentuk oleh sifat-sifat bawaan kewilayahan atau unit-unit pembentuk karakteristik wilayah yang menentukan potensi dan kendala wilayah yang bersangkutan. Satuan genetika wilayah merupakan konsep untuk mempersatukan berbagai sifat atau faktor genetika pembentuk wilayah untuk memetakan karakterisasi, potensi dan kendala wilayah secara terukur dan komprehensif. Karakteristik wilayah



Gambar 3. Alur pikir untuk penentuan kawasan pertambangan

Tujuan penelitian ini untuk menentukan skala prioritas wilayah untuk pengembangan kawasan pertambangan dan menentukan wilayah yang layak dikembangkan sebagai kawasan andalan pertambangan nikel, dengan pendekatan konsep SGW untuk menentukan karakteristik pada tiap-tiap satuan genetika wilayah yang dititikberatkan pada formasi pembawa logam (nikel).

METODA

Metoda analisis dalam tulisan ini dituangkan dalam alur pikir deduksi, seperti terlihat dalam gambar 3, sesuai langkah-langkah penelitian dedukto=>hipotetiko=>verifikatif (Hirawan, 2009).

adalah sejumlah sifat-sifat kewilayahan yang menentukan potensi dan kendala yang bersangkutan (Hirawan, 2005).

Genetika wilayah terbentuk berdasarkan tiga unsur genetika, yang dikenali sebagai penentu asal-usul kejadian wilayah yang dipetakan, yakni: klasifikasi litologi-tektonik-morfologi (Hirawan, 2005). Ketiga unsur ini merupakan unit-unit wilayah terkecil yang mempunyai kesamaan genetika dan karakteristik, potensi dan kendala yang sama (homogen). Unit-unit wilayah ini merupakan satuan peta dari Peta Genetika Wilayah (Tabel 1).

Dalam analisis data spasial digunakan teknologi Sistem Informasi Geografis untuk meningkatkan ketelitian pemetaan SGW, serta permodelan dalam

proses pendelineasian skala prioritas kawasan pertambangan. Pada metoda analisis spasial dilakukan analisis fisik dengan metoda tumpang susun (*overlay*), dengan teknik *splitting* (pemisahan), dan *buffering* (penyanggaan) terhadap berbagai obyek peta yang ada dengan menggunakan metode Operasi Boolean (I Wayan, 2004).

tersebut digunakan dalam per-timbangan untuk pembobotan dalam analisis valuasi holistik SGW.

Analisis valuasi holistik SGW ini merupakan kelanjutan tahap analisis SGW, dengan melakukan penilaian, pembobotan dengan menggunakan Matrik Holistik SGW atau matriks keserbacupuan aspek

Tabel 1.
Jenis-jenis SGW

Jenis Batuan		Intensitas Tektonik			Kategori bentang alam		
		Lemah (1)	Sedang (2)	Kuat (3)	Pedataran (1)	Perbukitan (2)	Pegunungan (3)
Batuan Beku (1)	Asam (1)	111	112	113	1111	1112	1113
					1121	1122	1123
					1131	1132	1133
	Menengah (2)	121	122	123	1211	1212	1213
					1221	1222	1223
					1231	1232	1233
	Basa (3)	131	132	133	1311	1312	1313
					1321	1322	1323
					1331	1332	1333
Batuan Sedimen (2)	Klastika Halus (1)	211	212	213	2111	2112	2113
					2121	2122	2123
					2131	2132	2133
	Klastika Kasar (2)	221	222	223	2211	2212	2213
					2221	2222	2223
					2231	2232	2233
	Karbonat	231	232	233	2311	2312	2313
					2321	2322	2323
					2331	2332	2333
Batuan Metamorf (3)	Masif (1)	311	312	313	3111	3112	3113
					3121	3122	3123
					3131	3132	3133
	Foliasi (2)	321	322	323	3211	3212	3213
					3221	3222	3223
					3231	3232	3233



Jarang ditemukan

(Hirawan, 2005)

❖ **Penamaan Satuan Genetika Wilayah (Hirawan, 2005)**

Nomor Digit	Nama Satuan Genetika Wilayah
1113	SGW Pegunungan lava
2212	SGW Perbukitan breksi gunungapi
2311	SGW Pedataran tuf
2312	SGW Perbukitan tuf
3411	SGW Pedataran batulempung
3431	SGW Pedataran patahan batulempung

Dalam analisis ini dilakukan *overlay* peta formasi batuan pembawa mineral logam, peta geologi khususnya dan peta kemiringan lereng (morfologi) yang telah diproses dengan teknik *splitting* untuk pembuatan peta Satuan Genetika Wilayah. Selanjutnya dilakukan *overlay* terhadap peta jalan dan peta sungai dengan teknik *buffering*, untuk membatasi bahwa kegiatan penambangan mineral tidak terletak di Kawasan Sempadan Sungai dan jalan (Anonim, 2011c).

Selanjutnya dilakukan tumpang susun peta SGW dengan peta tataguna lahan, peta rawan bencana gempa bumi, peta rawan bencana gerakan tanah dengan proses teknik *splitting* untuk diperoleh Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tataguna Lahan serta Peta Satuan Genetika Wilayah dan Zona Rawan Bencana. Peta-peta

karakteristik wilayah (Hirawan, 2005). Dalam valuasi ini dilakukan analisis hanya terhadap 4 faktor atau 20 sub faktor dari tiap-tiap unit SGW dengan kontribusi pembobotan (dimodifikasi dari Hirawan, 2005), sebagai berikut (Tabel 2):

- 1) keekonomian bahan tambang (40%),
- 2) keekonomian kewilayahan tataruang (40%),
- 3) stabilitas fisik wilayah (10%)
- 4) ancaman resiko / bencana alam (10%),

Proporsi kontribusi pembobotan dengan perbandingan 4: 4: 2, perbandingan faktor pengembangan sumber daya mineral (40%): kewilayahan (40%): lingkungan (20%) diarahkan untuk analisis pengembangan kawasan pertambangan berbasis keekonomian sumber daya mineral. (20% dimodifikasi dari Hirawan, 2005).

Tabel 2.
Kontribusi Bobot dan Nilai faktor dan sub faktor Valuasi SGW

NO.	FAKTOR	Bobot Faktor	SUB FAKTOR	BOBOT	
				SUB FAKTOR	
				Kajian	Global
1	Keekonomian bahan galian /tambang	40	Cadangan/sumber daya	30	12.00
			Kualitas	20	8.00
			Pangsa Pasar/Status IUP	30	12.00
			Tempat Simpan Tanahpucuk	10	4.00
			Tingkat Kesulitan Pengerjaan	10	4.00
			Sub Total	100	40.00
2	Ke ekonomian Wilayah Ruang	40	Kemiringan lereng	20	8.00
			Tutupan Lahan/Status Hutan	30	12.00
			Infrastruktur jalan/Aksesibilitas	15	6.00
			Infrastruktur pelabuhan	10	4.00
			Kesediaan Air/sungai	10	4.00
			Ketersediaan Bahan Bangunan	10	4.00
			Areal Buangan Limbah	5	2.00
				100	40.00
3	Stabilitas Kewilayahan Tata Ruang	10	Lereng Alamiah	40	4.00
			Permukaan Tanah/Jenis Tanah	30	3.00
			Goncangan/Percepatan Gempa	30	3.00
				100	10.00
4	Ancaman Resiko/Bencana Alam	10	Gerakan Tanah	30	3.00
			Gempa Bumi	20	2.00
			Erupsi Gunung Api	15	1.50
			Nendatan Tektonik/zona seismo tektonik/ longsoran	20	2.00
			Banjir	15	1.50
			Sub Total	100	10.00
		100	Jumlah Global		100.00

(modifikasi dari Hirnawan, 2005)

Tabel 3.
Kriteria Penilaian Sub Faktor Karakteristik wilayah

Nilai		Keterangan
3	A	Sangat Baik
2	B	Baik
1	C	Cukup
0	N	Bila tidak ditambang
- 1	c	Kurang
- 2	b	Sangat Kurang
- 3	a	Sangat kurang sekali

(Hirnawan, 2005)

Setiap sub faktor berturut-turut mempunyai nilai (skoring) seperti pada tabel 3. Hasil proporsi kontribusi pembobotan ini digunakan untuk analisis valuasi dengan menggunakan Matrik holistik (tabel 4) (dimodifikasi dari Hirnawan, 2005).

Nilai potensi wilayah dikelompokkan untuk penentuan skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan didasarkan pada nilai SGW skenario dikembangkan/ditambang, yakni:

- potensi tinggi : 200 – 300 (prioritas 1/sangat layak dikembangkan).
- potensi menengah: 100 s/d 200 (prioritas

2/layak–cukup layak dikembangkan).

- potensi rendah : 0 s/d 100 (prioritas 3/tidak layak dikembangkan).

Penentuan kawasan andalan pertambangan ditentukan dari analisis terkait faktor *Strenght, Weakness, Opportunity dan Threat (SWOT)* dan verifikasi karakteristik kewilayahan terhadap nilai valuasi holistik dari SGW yang memiliki potensi tinggi nilai untuk dikembangkan (>200) terhadap faktor keekonomian bahan tambang, keekonomian wilayah tataruang, potensi energi, aspek kebencanaan alam serta kebijakan dan kependudukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis spasial dari peta potensi dan sebaran formasi batuan pembawa nikel, peta geologi dan peta kemiringan lereng di Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara, maka diperoleh "Peta Satuan Genetika Wilayah", pada formasi batuan pembawa nikel untuk kedua kabupaten. Peta Satuan Genetika ini dapat dibagi atas 4 unit SGW, yakni:

1. SGW Pedataran Batuan Ultramafik (1311)
2. SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik (1331)
3. SGW Perbukitan Batuan Ultramafik (1312)
4. SGW Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik (1332)

Selanjutnya diperoleh Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tata guna Lahan serta Peta Satuan Genetika Wilayah dan Bencana Gerakan Tanah untuk kedua kabupaten. Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tata guna Lahan pada Kabupaten Konawe, disajikan pada gambar 4.

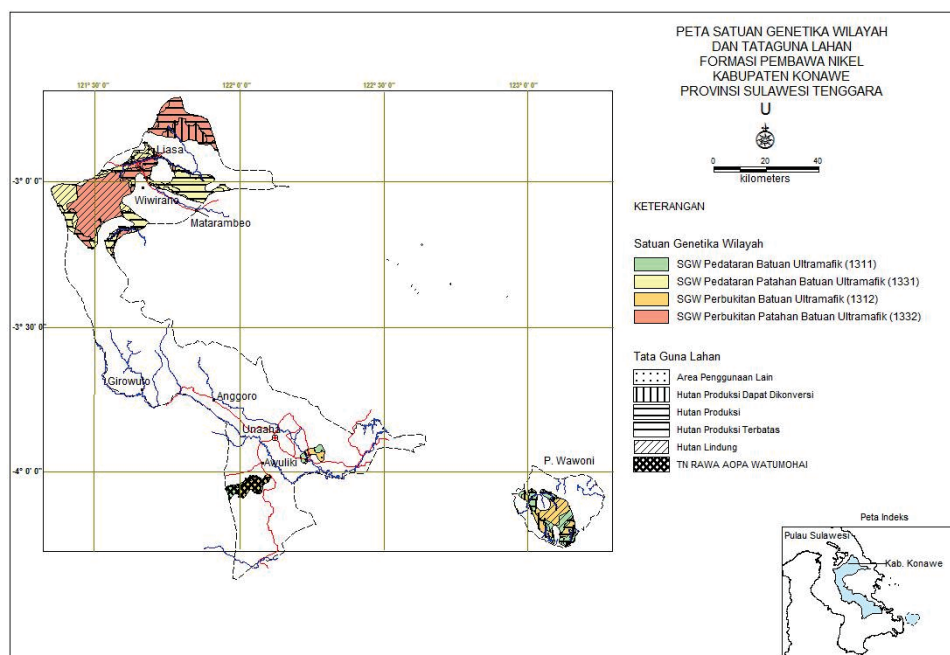
Sesuai hasil analisis valuasi matrik holistik SGW (tabel 4), diperoleh nilai valuasi SGW skenario ditambah /dikembangkan dan skenario *existing* /tidak ditambah untuk tiap-tiap SGW dari kedua kabupaten. Pada Kabupaten Konawe diperoleh sebanyak 204 nilai valuasi SGW dan untuk Kabupaten Konawe Utara diperoleh 248 nilai

valuasi SGW.

Di Kabupaten Konawe terdapat nilai valuasi skenario ditambah berpotensi terendah +76, yang dijumpai pada SGW Perbukitan Batuan Ultramafik daerah Puriala (tabel 4). Nilai valuasi skenario ditambah berpotensi tertinggi +265 terdapat pada SGW Perbukitan Batuan Ultramafik daerah Pondidaha.

Di Kabupaten Konawe Utara nilai valuasi skenario ditambah berpotensi terendah + 56 yang dijumpai pada SGW Perbukitan Patahan Batuan. Pada Ultramafik daerah Asera nilai valuasi skenario ditambah berpotensi tertinggi +298, pada SGW Pedataran Batuan Ultramafik Molawe (tabel 7).

Selanjutnya dari Peta Valuasi Satuan Genetika Wilayah Kawasan Pertambangan Nikel, maka diperoleh 3 (tiga) skala prioritas pengembangan kawasan pertambangan nikel, yakni (Gambar 5): a. prioritas III, berpotensi rendah dikembangkan /ditambang (nilai valuasi SGW < 100); b. prioritas II, berpotensi menengah dikembangkan /ditambang (nilai valuasi SGW 100 s/d 200), c. prioritas I, berpotensi tinggi dikembangkan /ditambang (nilai valuasi SGW > 200). Adapun nilai valuasi SGW prioritas I (berpotensi tinggi) pada Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara, yang disajikan pada tabel 5 tabel 6.



Gambar 4. Peta Satuan Genetika Wilayah dan Tata guna Lahan Kabupaten Konawe

PEMBAHASAN

Dari hasil valuasi matrik holistik SGW tersebut, maka diperoleh keterkaitan nilai potensi dan kendala wilayah dari unit-unit karakteristik wilayah terhadap total nilai valuasi dari tiap-tiap SGW. Hubungan keterkaitan nilai karakteristik wilayah terhadap nilai valuasi SGW tersebut dapat disajikan pada tabel 4 dan tabel 7, yakni:

Nilai valuasi matriks holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik di daerah Puriala kabupaten Konawe (tabel 4), menunjukkan nilai total skenario ditambang sebesar +76, dan nilai kondisi tidak ditambang sebesar +90. Hal ini menunjukkan nilai keekonomian wilayah berpotensi rendah untuk dikembangkan /ditambang dan nilai skenario ditambang lebih kecil dari kondisi tidak ditambang.

Total nilai valuasi SGW tersebut, terutama dipengaruhi oleh nilai faktor keekonomian bahan tambang +112, yang menunjukkan nilai potensi wilayah. Dan nilai faktor keekonomian wilayah tata ruang -26, yang menunjukkan nilai kendala wilayah, yakni berada pada Taman Nasional. Dengan demikian, SGW Pedataran Batuan Ultramafik daerah Puriala ini tidak layak dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel.

Pada nilai valuasi holistik pada SGW Pedataran Batuan Ultramafik Kecamatan Molawe Kab Konawe Utara (tabel 7) diperoleh total nilai valuasi SGW dikembangkan/ditambang sebesar +298, dan nilai kondisi tidak ditambang/existing sebesar +282. Hal ini menunjukkan nilai keekonomian wilayah berpotensi tertinggi. Sehingga SGW ini layak dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel.

Tabel 4.
Matriks Holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik Kecamatan Puriala – Konawe

NO.	FAKTOR	BOBOT FAKTOR	SUB FAKTOR	BOBOT		N I L A I				B O B O T & N I L A I					
				SUB FAKTOR		Ditambang		Tidak itambang		Ditambang			Tidak Ditambang		
				Kajian	Global	On Site	Off Site	On Site	Off Site	On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total
1	Keekonomian Bahan Tambang	40	Cadangan/sumber daya	30	12.00	C	C	C	C	12	12	24	12	12	24
			Kualitas	20	8.00	B	B	B	B	16	16	32	16	16	32
			Pangsa Pasar/Status IUP	30	12.00	C	C	C	C	12	12	24	12	12	24
			Tmpt Simpna Tanahpucuk	10	4.00	B	B	B	B	8	8	16	8	8	16
			Tgkt Kesulitn Pengerjaan	10	4.00	B	B	B	B	8	8	16	8	8	16
				100	40.00	Subtotal				56.0	56.0	112.0	56.0	56.0	112.0
2	Keekonomian Wilayah Tata Ruang	40	Kemiringan lereng	20	8.00	B	b	B	b	16	-16	0	16	-16	0
			Tutupan Lahan/Status Hutan	30	12.00	b	b	b	b	-24	-24	-48	-24	-24	-48
			Aksesibilitas/Infrastruktur jalan	15	6.00	C	B	B	B	6	12	18	12	12	24
			Infrastruktur pelabuhan	10	4.00	C	C	C	C	4	4	8	4	4	8
			Kesediaan Air	10	4.00	C	C	B	B	4	4	8	8	8	16
			Ktersdian Bhn Bangunan	10	4.00	c	c	c	c	-4	-4	-8	-4	-4	-8
			Areal Buangan Limbah	5	2.00	c	c	c	N	-2	-2	-4	-2	-2	-4
				100	40.00	Subtotal				-32.0	6.0	-26.0	-22.0	10.0	-12.0
3	Stabilitas Kewilayahan Tata Ruang	10	Lereng Alamiah	40	4.00	B	b	B	b	8	-8	0	8	-8	0
			Permukaan Tanah/jenis tanah	30	3.00	B	N	B	N	6	0	6	6	0	6
			Goncangan/Percepatan Gempa	30	3.00	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
				100	10.00	Subtotal				-5.0	5.0	6.0	-5.0	8.0	6.0
4	Acaman risiko Bencana Alam	10	Gerakan tanah	30	3.00	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
			Gempa bumi	20	2.00	c	c	c	c	-2	-2	-4	-2	-2	-4
			Erupsi Gunung Api	15	1.50	N	N	N	N	0	0	0	0	0	0
			Nendatan tektonik/ seismotektonik/Longsoran	15	1.50	c	c	c	c	-3	-3	-6	-3	-3	-6
			Banjir	20	2.00	N	N	N	N	0	0	0	0	0	0
				100	10	Subtotal				-8	-8	-16	-8	-8	-16
Jumlah Global		100		100	Total				11.00	59.00	76.00	21.00	66.00	90.00	

Tabel 5.
Rekapitulasi Daerah SGW Berpotensi Tinggi (Prioritas I) untuk Pengembangan Kawasan Pertambangan Kab, Konawe

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	sumber daya (juta ton)	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambang
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,35	APL	232 - 265
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Routa	214,72	APL, HP, dan HL	206 - 235
3	Perbukitan Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,45	APL, HP	211 - 265
4	Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik	Routa	32,31	APL, HP	208 - 240

Tabel 6.

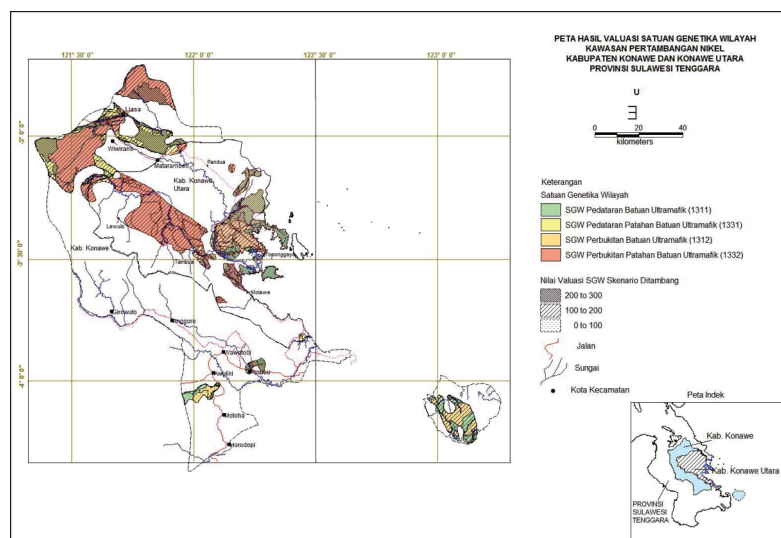
Rekapitulasi Daerah SGW Yang Berpotensi Tinggi (Prioritas I) Untuk Pengembangan Kawasan Pertambangan Kab, Konawe Utara

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	Sumber daya (jutaton)	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambah
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Andowia	77,42	APL, HP	200 – 266
		Asera	20,38	APL,HPK,HP, HPT	204 – 282
		Molawe	157,19	APL, HP, HL	200 -298
		Oheo	11,18	APL, HPK, HP	204- 234
		Wiwirano	34,22	HPK, HP	210 – 264
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Wiwirano	28,82	HPK, HPT	215 – 252
		Andowia	4,22	APL	252 – 284
		Asera	38,73	APL	212 – 242
		Langikima	1.147,56	HPK, HP, HPT	204 – 264
3	Perbukitan Batuan Ultramafik	Langikima	35,14	HL, HP	212- 244
		Asera	31,43	HPK	216
		Molawe	48,89	APL, HP	204 - 272
4	Perbukitan Patahan Batuan Ultramafik	Molawe	40,29	APL	286
		Asera	58,57	APL	264
		Andowia	12,16	APL, HP, HPT, HL	202 - 256

Nilai valuasi ini didukung oleh nilai faktor keekonomian potensi bahan tambang +184, dan nilai faktor keekonomian wilayah tataruang sebesar + 136. Hal ini didukung oleh sub faktor tataguna lahan/status hutan yang termasuk pada kawasan Area Penggunaan Lainnya (APL).

Sesuai Peta valuasi Satuan Genetika Wilayah Kawasan Pertambangan Nikel Kabupaten Konawe dan Konawe Utara (gambar 5) dan nilai valuasi SGW, maka diperoleh 12 wilayah pada 4 SGW, yang berpotensi tinggi (nilai valuasi SGW> 200, prioritas I) untuk dikembangkan sebagai kawasan pertambangan nikel, yakni :

Kabupaten Konawe: SGW pedataran patahan batuan ultramafik Routa, Routa-Liasa, Routa-Wiwirano; SGW perbukitan patahan batuan ultramafik Routa-Liasa dan Routa-Sampala; SGW pedataran batuan ultramafik dan SGW perbukitan batuan ultramafik daerah Pondidaha. Dan Kabupaten Konawe Utara: SGW pedataran batuan ultramafik daerah Asera, Oheo, Andowia dan Molawe; SGW pedataran patahan Batuan Ultramafik daerah Andowia, Wiwirano, Langikima; SGW Perbukitan batuan ultramafik Molawe; dan SGW Perbukitan patahan batuan ultramafik Molawe.



Gambar 5. Peta Valuasi SGW Kawasan Pertambangan Nikel Kabupaten Konawe dan Konawe Utara

Tabel 7.
Rekapitulasi Matriks Holistik SGW Pedataran Batuan Ultramafik
Kecamatan Molawe – Konawe Utara

NO.	FAKTOR	DITAMBANG			TIDAK DITAMBANG		
		On Site	Off Site	Total	On Site	Off Site	Total
1	Keekonomian Bahan Tambang	92.0	92.0	184.0	92.0	92.0	184.0
2	Keekonomian Wilayah Tataruang	88.0	48.0	136.0	78.0	42.0	120.0
3	Stabilitas Kewilayahan tataruang	6.0	-14.0	-8.0	6.0	-14.0	-8.0
4	Acaman risiko Bencana Alam	-7	-7	-14	-7	-7	-14
Total		179.00	119.00	298.00	169.00	113.00	282.00

Sesuai verifikasi kondisi fisik dan infrastruktur kawasan pertambangan daerah Puriala, Konawe terletak pada kawasan Taman Nasional dan jalan memadai, dengan nilai valuasi skenario dikembangkan +76 termasuk nilai keekonomian wilayah berpotensi rendah dikembangkan (gambar 6). Dan sesuai verifikasi di daerah kawasan pertambangan Langikima (PT Startage), diperoleh gambaran merupakan daerah penambangan yang telah status IUP produksi (gambar 7), termasuk SGW pedataran patahan batuan ultramafik, jalan memadai, infrastruktur pelabuhan tersedia, dengan nilai valuasi 248, berpotensi tinggi dikembangkan sebagai kawasan pertambangan.

Selanjutnya untuk menentukan kawasan andalan pertambangan nikel dapat dilakukan dengan analisis matriks SWOT yang dititikberatkan pada wilayah SGW pedataran, dengan morfologi pedataran landai dan pedataran plato merupakan daerah yang prospek untuk endapan nikel

(Chetetat, 1947 dan Swamidharma, 2011). Sesuai evaluasi faktor keekonomian potensi bahan galian, keekonomian wilayah tataruang dan kebencanaan alam, diperoleh delapan daerah pada kedua kabupaten ini, yang berpotensi tinggi untuk dipertimbangkan sebagai kawasan andalan pertambangan nikel (tabel 8).

Sesuai analisis matriks SWOT (Tabel 9), dan nilai valuasi SGW pada kawasan pertambangan ini, maka direkomendasikan Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langikima Kabupaten Konawe Utara memiliki peluang tertinggi untuk dikembangkan sebagai pusat Kawasan Andalan Pertambangan Nikel (gambar 8), dengan total sumber daya 1,14 Milyar Ton, status IUP Operasi-produksi, yang didukung infrastruktur jalan memadai dan pelabuhan tersedia-memungkinkan dibangun. Untuk pengembangan kawasan ini dilakukan langkah strategi seperti pada strategis perbandingan *Strength-Opportunity* (S-O) pada matrik analisis SWOT (tabel 9).



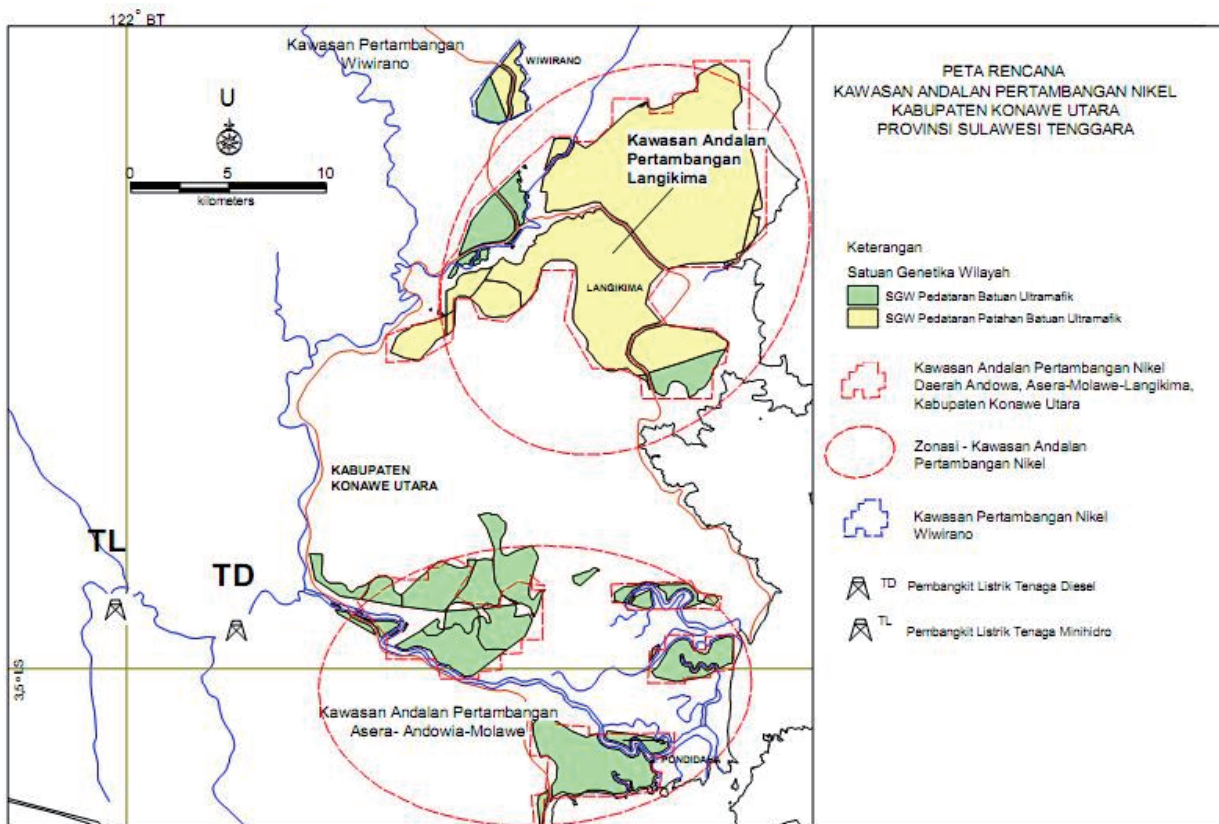
Gambar 6. Kondisi jalan kawasan pertambangan Nikel Puriala, dan morfologi dekat Taman Nasional



Gambar 7. Kondisi Stock file Pertambangan PT Stargate daerah Langikima, Konawe Utara

Tabel 8.
Rekapitulasi karakteristik Wilayah dan Nilai Valuasi Rencana
Kawasan Andalan Pertambangan Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara

No	Satuan Genetika Wilayah	Kecamatan	sumber daya (juta ton)	Status IUP	Tataguna lahan	Nilai skenario ditambang
Konawe						
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Pondidaha	2,35	Operasi-produksi	APL	214 - 249
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Routa	249,25	Eksplorasi-Operasi-produksi	APL,HP	207 - 229
Konawe Utara						
1	Pedataran Batuan Ultramafik	Andowia	74,60	Operasi Produksi	APL, HP	200 – 266
		Asera	11,66	Eksplorasi-Operasi-produksi	APL,HPK, HP	226 – 282
		Molawe	55,98	Operasi Produksi	APL, HP	236 -298
		Wiwirano	31.83	Eksplorasi	HPK	264
2	Pedataran Patahan Batuan Ultramafik	Wiwirano	12.13	Operasi Produksi	HPK	252
		Langikima	1.077	Operasi Produksi - Eksplorasi	HP	248– 264



Gambar 8. Peta Rencana Pengembangan Kawasan Andalan Pertambangan
Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara

Tabel 9.
Matriks Analisis SWOT Penentuan Kawasan Andalan

Lingkungan Internal	Kekuatan Kawasan Pertambangan		Kelemahan (<i>Weaknesses</i>)	
	1. Kawasan Langkima, Rوتا dan Andowia-Asera-Molawe berpotensi tinggi-melimpah 2. Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langkima (AMOLA) memiliki Potensi Energi tertinggi 3. Status Hutan APL – HP 4. Sebagian besar Kawasan AMOLA status IUP Operasi Produksi – memungkinkan dibangun 5. Infrastruktur pelabuhan daerah Langkima dan Molawe tersedia – memungkinkan dibangun 6. Kawasan Molawe dan Langkima rencana Lokasi Smelter. 7. nilai valuasi tertinggi Wilayah Konawe Utara : Andowia-Asera-Molawe dan Langkima 248 – 298 8. Memiliki Kepadatan penduduk relatif rendah dan didominasi berumur angkatan kerja produktif (16 -50 th)		1. Pondidaha dan Wiwirano memiliki potensi sedikit-sedang (2,3 sampai 43 juta ton). 2. Kadar Bijih Ni bervariasi, sehingga mempengaruhi kualitas raw material yang dapat berpengaruh pada fluktuasi harga pasar dan teknologi pengolahan 3. Infrastruktur jalan pada umumnya masih memerlukan peningkatan kondisi 4. Memerlukan <i>Operasional cost</i> relatif tinggi untuk pembangunan infrastruktur energi 5. Beberapa kawasan tidak memiliki pelabuhan (Rوتا dan Pondidaha), Wiwirano(tidak tersedia – memungkinkan dibangun) 6. Zona percepatan Gempa bumi Tinggi - menengah 7. Nilai valuasi Kawasan Konawe 207 – 249 8. Belum ada pembangunan <i>smelter</i> baru 9. <i>Unskill labour</i> , budaya induk di sektor pertanian, perlu transformasi struktural	
Lingkungan Eksternal	Strategi S – O - Kawasan Andowia-Asera-Molawe dan Langkima berpeluang tinggi Kawasan Andalan Pertambangan - Melakukan Kajian keekonomian pengusahaan kawasan industri pertambangan - Mendorong percepatan pembangunan sumber-sumber energi dan jalan - Mendorong percepatan pembangunan di daerah terisolir - Mendorong percepatan kerjasama dalam pembangunan Smelter baru untuk meningkatkan nilai tambah kegiatan pertambangan - Melakukan Pengolahan dalam negeri guna mendorong Peningkatan Nilai Tambah Mineral & Multiplier efek ekonomi lainnya - Mendorong pemanfaatan tenaga kerja penduduk setempat dalam pengusahaan tambang		Strategi W – O - Mendorong pengusahaan pertambangan Kawasan Rوتا yang merupakan bagian dari wilayah KSN Soroako - Mendorong kerjasama untuk pemasaran produksi pertambangan Kawasan Pondidaha - Meningkatkan pembangunan pelabuhan pada kawasan pertambangan Wiwirano - Melakukan kajian keekonomian potensi SDM terhadap Pola Ruang - Melakukan Penyusunan Pola Ruang dalam pengembangan kawasan andalan pertambangan, kawasan strategis, kawasan ekonomi khusus - Melakukan Pengolahan dalam negeri guna mendorong Peningkatan Nilai Tambah Mineral & Multiplier efek ekonomi lainnya - Mendorong percepatan pembangunan infrastruktur Pelabuhan dan jalan - Meningkatkan Kemampuan Keahlian penduduk setempat dalam Bidang pertambangan	
	Strategi S – T - Melakukan Kajian Wilayah Pencadangan Negara (WPN) untuk Pertambangan Nikel - Melakukan penelitian dan bimbingan konservasi pertambangan - Melakukan Harmonisasi dan bimbingan teknik Pengusahaan Pertambangan Minerba untuk pengembangan peningkatan nilai tambah - Menerapkan fungsi CSR untuk mengurangi migrasi non permanen - Mendorong Pengembangan pendidikan tinggi bidang pertambangan di regional SULTRA untuk mengantisipasi pemanfaatan sumberdaya mineral menjadi pengusahaan pertambangan pada waktu mendatang		Strategi W – T - Melakukan Penyuluhan Kaidah Konservasi dalam pertambangan - Melakukan Kajian Rekayasa Tambang - Mendorong pengembangan teknologi pengolahan mineral - Menerapkan teknologi rekayasa tambang pada beberapa kawasan rawan gempa tinggi dan zona gerakan tanah menengah - Mendorong kerjasama dalam pengusahaan tambang untuk pembangunan smelter baru - Meningkatkan Kemampuan Keahlian penduduk setempat dalam Bidang pertambangan	
Ancaman (<i>Threats</i>)	- Sebagian besar Potensi Sumber daya mineral berada pada kawasan Lindung - Tumbuhnya ilegal mining - Monopoli dan Oligopoli terhadap harga komoditi nikel - Kurang mendukung terhadap pengembangan industri pengolahan mineral - Akan menghambat pertumbuhan ekonomi daerah - Pemeliharaan pelabuhan dan jalan menjadi tinggi, sehingga tingkat kerawanan kecelakaan meningkat dan perlu investasi infrastruktur dengan biaya yang tinggi. - Dampak Permen ESDM 07 Tahun 2012 tentang Peningkatan Nilai tambah menjadi beban bagi kegiatan pengusahaan pertambangan - Menurunnya investasi pertambangan yang berpengaruh pada PAD - Migrasi non permanent menimbulkan permasalahan sosial			

KESIMPULAN

Terdapat keterkaitan nilai potensi dan kendala wilayah dari unit-unit karakteristik wilayah terhadap total nilai valuasi SGW skenario ditambang /dikembangkan. Wilayah yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai kawasan pertambangan Nikel adalah : Daerah Routa, Pondidaha Kabupaten Konawe dan Daerah Asera, Andowia, Oheo, Wiwirano, Molawe dan Langikima Kabupaten Konawe Utara.

Daerah Langikima dan Wiwirano SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik

serta daerah Andowia-Asera, Wiwirano dan Molawe SGW Pedataran Batuan Ultramafik pada Kabupaten Konawe Utara dapat direkomendasikan sebagai Kawasan Andalan Pertambangan Nikel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada Nugroho W Wibowo, Emi Sukiyah dan Edi Tri Haryono, Syafrudin dan juga kepada semua pihak yang telah memberikan masukan dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011a. Peraturan Presiden No. 32 Tahun 2011 Tentang Masterplan Percepatan Dan Perluasan Pembangunan Nasional. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. Jakarta.
- Anonim. 2011b. Pemuthakiran Neraca Sumberdaya Mineral Tahun 2011. Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Anonim. 2011c. Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2011, Tentang Sungai.
- Gilbert, John and Park, Charles. F. 1986. The Geology of Ore Deposits, United States of America. Newyork. page 785 – 788.
- Hirawan, Febri. 2005. Peta Genetika Wilayah. Disertai Valuasi Karakteristik, Potensi, Dan Kendalanya Untuk Penataan Ruang dan Pengembangan wilayah Terbaik. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Hirawan, Febri. 2009. Riset Bergulirlah Proses Ilmiah Program Pascasarjana. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Ignasius L dan Nurseffi, D.W. 2012. Ekspor nikel Indonesia turun 90%. dalam steelindonesia.com diunduh Oktober 2012.
- Moetamar. 2007. Inventarisasi Endapan Nikel Di Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Proceeding-Kolokium. Badan Geologi. Pusat Sumber Daya Geologi Bandung.
- Nuarsa I Wayan. 2004. Mengolah Data Spasial dengan Map info Profesional. Andi. Yogyakarta.
- Rusmana, E, Sukido, Sukarna. D., Haryanto 1993. Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi. Skala 1: 250.000 . Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- Smirnov, V.I.. 1976. Geology Of Mineral Deposits. Chapter 11. Deposits of Weathering. Moscow. Russian. Page 364.
- Sutisna, Deddy & Sunuhadi, D.N. 2006. Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit Di Daerah Wayamli, Teluk Buli, Halmahera Timur – Sebagai Model Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi. Bandung.
- Swamidharma, Yoseph. 2011. Nickel Laterite Contents and Grades in Sulawesi. PT. Tint Mineral Indonesia. PROCEEDINGS OF THE SULAWESI MINERAL RESOURCES 2011 SEMINAR MGEI - IAGI., Manado, North Sulawesi, Indonesia.

Diterima tanggal 12 Juni 2013
Revisi tanggal 28 Agustus 2013

PROSPEK MINERALISASI EMAS DAN PERAK TIPE HIDROTERMAL DI PULAU JAWA BAGIAN BARAT DENGAN PENDEKATAN ANALISIS SPASIAL *LIKELIHOOD RATIO*

Oleh:

Denni Widhiyatna dan Penny Oktaviani

Pusat Sumber Daya Geologi

Jalan Soekarno-Hatta No.444, Bandung

SARI

Indonesia memiliki rangkaian busur magmatik yang merupakan jalur mineralisasi logam. Untuk mendelineasi daerah prospek mineral emas-perak di daerah potensial tersebut, dapat digunakan metode pemetaan potensi sumberdaya mineral yang diolah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kajian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara deposit emas (Au) - perak (Ag) tipe hidrotermal dengan faktor-faktor yang berhubungan dan mengintegrasikan hubungan tersebut menggunakan model *likelihood ratio* yang merupakan salah satu model dalam metode probabilitas. Kajian ini menggunakan SIG sebagai alat untuk mendelineasi area-area yang berpotensi dan belum tersentuh kegiatan eksplorasi secara langsung.

Pendekatan empiris ini berdasarkan asumsi bahwa semua deposit mempunyai genesa yang sama, dan mencakup tiga langkah utama yaitu identifikasi hubungan spasial, penghitungan dan integrasi hasil penghitungan dari berbagai faktor yang berhubungan. Untuk itu diperlukan basis data spasial yang terdiri dari lokasi mineralisasi, litologi, sesar, geokimia, dan geofisika pada lokasi kajian untuk dikompilasi, dievaluasi, dan diintegrasikan menggunakan model *likelihood ratio* sehingga menghasilkan peta indeks potensi mineral di Pulau Jawa Bagian Barat.

Peta indeks potensi mineral yang dihasilkan kemudian diverifikasi secara statistik yaitu membandingkan hasil dengan titik lokasi cebakan mineral yang telah ada dimana hasilnya berupa besaran akurasi untuk model *likelihood ratio*. Kemudian setelah diperoleh beberapa lokasi yang memiliki nilai indeks tinggi selanjutnya dilakukan uji petik lapangan pada daerah terpilih untuk membandingkan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

Kata kunci: Au-Ag, *likelihood ratio*, pemetaan potensi, SIG.

ABSTRACT

Indonesia has several magmatic arcs, where mineralization zones took place. There are many remote area along the arc which might become the area of gold-silver mineralization. Mineral resource potential mapping using GIS is an important procedure in mineral resource assessment in remote area. The aim of this study is to analyze the relationships between gold (Au)-silver (Ag) mineral deposits with their related factors, and to integrate the relationships using likelihood ratio model as one of the probabilistic methods. This study is using Geographic Information System (GIS) as a tool to identify areas that have not been subjected to the same degree of exploration. Here, a variety of spatial geological data were compiled, evaluated and integrated to produce potential Au-Ag deposits map in study area.

This empirical approach assumed that all deposits share a common genesis and comprised three main steps: the identification of spatial relationships, their quantification and the integration of multiple quantified relationships. For this, a spatial database consists of gold (Au)-silver (Ag) mineralization location, lithology, faults, geochemical, and geophysical data is needed to construct mineral potential index map at western Java Island using likelihood ratio model in GIS.

The mineral potential index map was then verified by comparing the result with existing mineral deposit locations, the result will give the respective accuracies for the likelihood ratio model.

Keywords: Au-Ag, *likelihood ratio*, potential mapping, GIS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumber daya geologi yang relatif berlimpah, diantaranya berupa potensi mineral logam. Kajian eksplorasi mineral logam telah dilakukan sejak lama oleh berbagai pihak, baik itu pemerintah maupun swasta untuk memenuhi kebutuhan akan berbagai jenis mineral logam.

Logam emas dan perak merupakan logam mulia yang banyak diminati karena nilai ekonomisnya yang tinggi. Di Indonesia, eksplorasi untuk kedua jenis mineral ini telah dilakukan sejak masa penjajahan Belanda hingga kini eksplorasi secara langsung ke lapangan atau dengan melakukan berbagai studi literatur, analisis penginderaan jauh, hingga melakukan pemodelan.

Adanya perkembangan teknologi yang pesat dalam bidang Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan untuk melakukan berbagai analisis atau pemrosesan data untuk membuat model dalam rangka mencari daerah-daerah yang kemungkinan merupakan zona mineralisasi. Teknik ini memiliki keuntungan dilihat dari segi ekonomi karena tidak memerlukan banyak waktu dan biaya untuk eksplorasi pendahuluan ke lapangan. Teknik ini penting dilakukan untuk mendelineasi daerah-daerah mineralisasi sebelum dilakukan kajian eksplorasi lapangan.

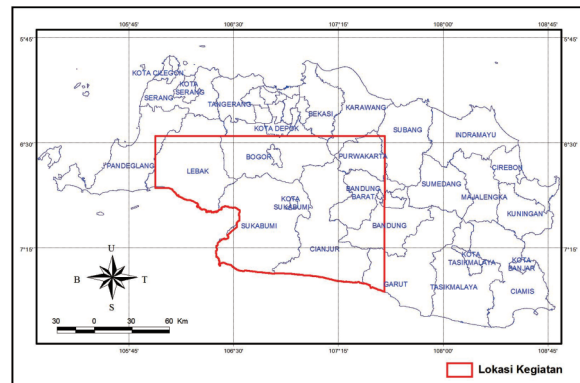
Maksud dan Tujuan

Maksud kajian ini yaitu mengidentifikasi daerah-daerah prospek mineralisasi logam Au-Ag dari data geokimia, geofisika, litologi, struktur geologi, dan titik-titik keterdapatan mineral logam dengan cara diproses menggunakan SIG.

Tujuan kajian ini untuk mendelineasi daerah prospek emas dan perak di lokasi kajian dalam bentuk peta indeks potensi mineral dari data sekunder yang tersedia.

Lokasi Kajian

Lokasi kajian mencakup Pulau Jawa bagian barat (Gambar 1) yang memiliki potensi sumberdaya mineral yang cukup berlimpah dan mempunyai data penyebaran potensi mineral yang mencukupi untuk diolah dengan menggunakan sistem SIG.



Gambar 1. Lokasi Kajian

Metode dan Sistematika Kajian

Metode

Metode yang dilakukan dalam kajian ini meliputi:

1. Pengumpulan data potensi sumber daya geologi dan administrasi daerah Pulau Jawa bagian barat (dalam format *shapefile*).
2. Pengumpulan data geokimia sedimen sungai aktif dan geofisika berupa data anomali bouguer yang diikuti dengan proses pendigitasian dan mentransfer data ke dalam bentuk *shapefile*.
3. Pembuatan aplikasi nilai kemungkinan dan pembuatan data statistik, model untuk pembuatan peta potensi mineral berbasis SIG.
4. Menyusun basisdata SIG.
5. Verifikasi peta potensi mineral secara statistik dan peninjauan ke lapangan.

Sistematika

Sistematika kajian yang dilakukan meliputi:

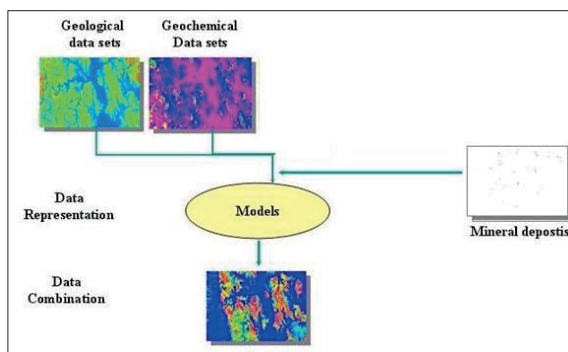
1. Persiapan dan studi literatur.
2. Pengumpulan dan kompilasi data wilayah administratif, geologi, geokimia, geofisika, dan titik keterdapatan mineral logam.
3. Penyusunan data spasial wilayah administratif, geologi, geokimia, geofisika, dan titik keterdapatan mineral logam Au dan Ag.
4. Pemrosesan dan integrasi data untuk penyusunan Peta Potensi Keterdapatan Mineral Logam Au dan Ag.

Di dalam proses pemetaan potensi mineral dengan menggunakan SIG secara rinci dilaksanakan dalam empat tahap (Lee & Oh, 2008):

1. Penyusunan basis data spasial,

2. Pemrosesan data dari basis data peta. deposit mineral dan faktor-faktor lain di tampilkan dalam SIG, dan hubungan ditentukan secara kuantitatif menggunakan model probabilitas dan statistik, menghasilkan beberapa buah peta.
3. Aplikasi dan integrasi model untuk menyusun peta potensi mineral (Gambar.2).
4. Verifikasi peta potensi menggunakan deposit mineral yang sudah diketahui.

Peta yang dihasilkan memberikan indikasi dalam skala yang ditetapkan daerah yang tepat untuk ditindaklanjuti dalam kajian eksplorasi, tidak memberikan perkiraan jumlah dan ukuran deposit mineral.



Gambar 2. Bagan Alir Integrasi Model.

GEOLOGI REGIONAL DAERAH KAJIAN

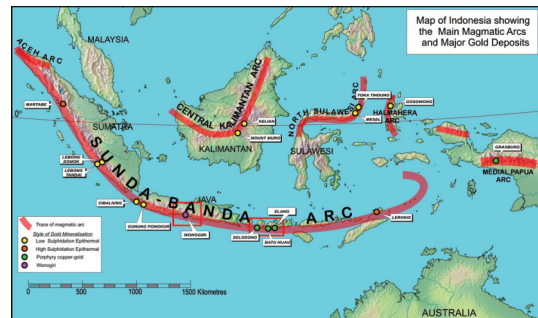
Tataan Geologi

Lokasi kajian termasuk ke dalam Busur Sunda-Banda (Gambar.3) yang merupakan busur magmatik terpanjang di Indonesia, melampar dari utara Sumatera melewati Jawa ke arah timur. Segmen barat terdiri dari Sumatera, Jawa Barat, dan sebagian Jawa Tengah, dan terbentuk pada tepian selatan Paparan Sunda, bagian timur mulai dari Jawa Tengah ditafsirkan sebagai busur kepulauan yang terbentuk pada kontinen yang tipis.

Mineralisasi emas yang terdapat pada busur ini merupakan 20% dari emas di Indonesia, dan 14% tembaga Indonesia juga terdapat di busur ini. Segmen kontinen bagian barat dicirikan oleh banyaknya cebakan epitermal sistem urat tipe sulfidasi rendah. Mineralisasi emas dengan batuan induk sedimen dalam skala kecil dijumpai di Cikotok.

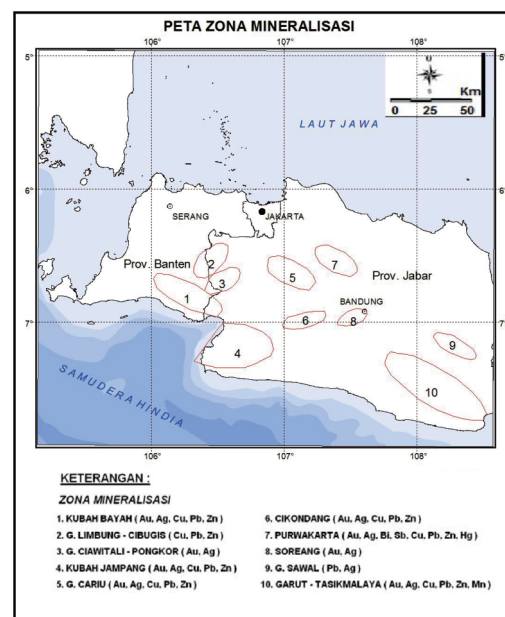
Menurut Sunarya (1998), dalam Widhi drr (2009), terdapat 10 zona

mineralisasi di daerah Jawa Barat dan Banten Tujuh zona mineralisasi terdapat di Provinsi Jawa Barat, meliputi : Kubah Jampang, Gunung Cariu, Cikondang, Purwakarta, Soreang, Gunung Sawal dan Garut – Tasikmalaya. Sedangkan 3 (tiga) zona mineralisasi terdapat di Provinsi Jawa Barat dan Banten yaitu Kubah Bayah, Gunung Limbung - Cibugis dan Gunung Ciawitali – Pongkor.



Gambar 3. Busur magmatik utama dan cebakan emas besar di Indonesia (<http://www.southernarcminerals.com/projects/>).

Zona-zona mineralisasi tersebut umumnya merupakan zona mineralisasi logam mulia dan logam dasar yang terdapat dalam suatu deretan pegunungan selatan Jawa Barat yang ditempati oleh Formasi Andesit Tua (van Bemmelen, 1949) yang diindikasikan sebagai tempat kedudukan mineralisasi (Gambar.4).



Gambar 4. Zona Mineralisasi Logam di Wilayah Jawa Barat dan Banten (Sunarya, 1997)

KERANGKA PIKIR PENGGUNAAN DATA

Bateman (1956), dalam Rifki Febrianto, 2011, menyatakan bahwa larutan hidrotermal adalah suatu cairan atau fluida yang panas, kemudian bergerak naik ke atas dengan membawa komponen-komponen mineral logam, fluida ini merupakan larutan sisa yang dihasilkan pada proses pembekuan magma. Alterasi dan mineralisasi adalah suatu bentuk perubahan komposisi pada batuan baik itu kimia, fisika ataupun mineralogi sebagai akibat pengaruh cairan hidrotermal pada batuan, perubahan yang terjadi dapat berupa rekristalisasi, penambahan mineral baru, larutnya mineral yang telah ada, penyusunan kembali komponen kimianya atau perubahan sifat fisik seperti permeabilitas dan porositas batuan (Pirajno, 1992).

Alterasi dan mineralisasi bisa juga termasuk dalam proses pergantian unsur-unsur tertentu dari mineral yang ada pada batuan dinding digantikan oleh unsur lain yang berasal dari larutan hidrotermal sehingga menjadi lebih stabil. Proses ini berlangsung dengan cara pertukaran ion dan tidak melalui proses pelarutan total, artinya tidak semua unsur penyusun mineral yang digantikan melainkan hanya unsur-unsur tertentu saja.

Alterasi hidrotermal merupakan proses yang kompleks yang melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, tekstur, dan hasil interaksi fluida dengan batuan yang dilewatinya. Perubahan-perubahan tersebut akan bergantung pada karakter batuan dinding, karakter fluida (Eh, pH), kondisi

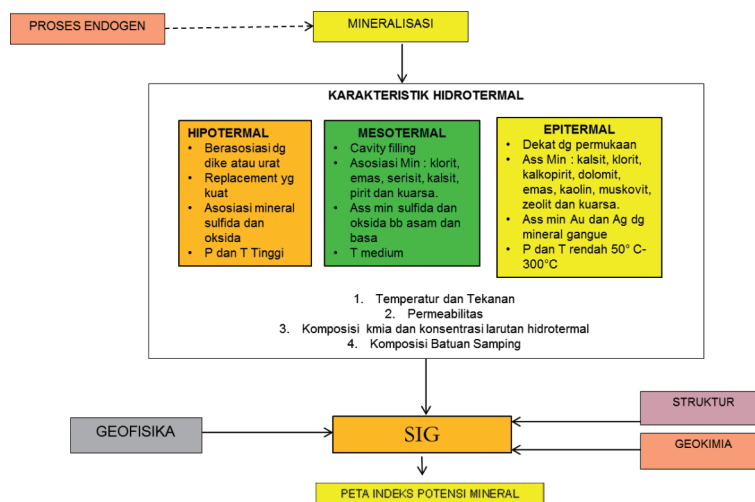
tekanan maupun temperatur pada saat reaksi berlangsung, konsentrasi, serta lama aktifitas hidrotermal. Walaupun faktor-faktor di atas saling terkait, tetapi temperatur dan kimia fluida kemungkinan merupakan faktor yang paling berpengaruh pada proses alterasi hidrotermal.

Basis data spasial yang diasumsikan berhubungan dengan keterdapatn potensi mineralisasi dikumpulkan (Tabel.3), terdapat empat faktor atribut yang dianggap menentukan keterdapatn potensi mineralisasi. Keempat faktor ini dibuat data spasialnya dengan cara mendigitasi ulang (seperti data geofisika anomali Bouguer), dan mengolah secara spasial data lain yang diperlukan ke dalam bentuk *shapefile*.

Tabel 3.

Peta atribut yang digunakan dalam permrosesan data.

No	Peta Atribut	Deskripsi
1	Peta Sebaran Litologi	Unit litologi/batuan yang menyusun lokasi kajian.
2	Peta Struktur Geologi	Diperlukan untuk mengklasifikasikan jarak dari struktur (sesar).
3	Peta Anomali Bouger	Anomali yang disebabkan oleh adanya deposit bijih logam berat dan densitas batuan.
4	Peta Lokasi Conto Geokimia	Mengklasifikasikan sebaran unsur (16 unsur: Ag, Al, As, Au, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn).
5	Peta Titik Potensi Mineral	Lokasi keterdapatn mineralisasi Au-Ag.



Gambar 5. Kerangka Pikir Kajian

Metode SIG untuk Pembuatan Peta Indeks Potensi Mineral

Metode yang dipergunakan didalam kajian ini adalah aplikasi Sistem Informasi Geografis menggunakan perangkat lunak Arc View 3.3. untuk integrasi model perhitungan probabilitas. Model yang dipakai untuk aplikasi adalah *likelihood ratio*.

Model Probabilitas "Likelihood ratio"

Model *likelihood ratio* merupakan salah satu aplikasi dari teori probabilitas Bayesian yang telah banyak diaplikasikan untuk analisis potensi mineral diantaranya dalam Bonham-Carter (1994) dan Lee & Oh, (2008).

Jumlah unit sel dinyatakan dalam $N\{D\}$, mengandung deposit mineral D , dan jumlah total sel $N\{T\}$, probabilitas dari kemunculan deposit mineral dinyatakan dalam;

$$P\{D\} = \frac{N\{D\}}{N\{T\}} \quad (1)$$

Selanjutnya apabila pola *binary predictor pattern B* melingkupi $N\{D \cap B\}$ unit cell hadir didalam area dan sejumlah deposit mineral yang diketahui hadir sebelumnya didalam pattern adalah $N\{D \cap B\}$ kemudian favorabilitas dari deposit dengan kemunculan *predictor (B)* dan probabilitas dari ketidakmunculan deposit ($\bar{B}$) dapat diekspresikan dalam *conditional probabilitas* sebagai berikut:

$$P\{D|B\} = \frac{P\{D \cap B\}}{P\{B\}} = P\{D\} \frac{P\{B|D\}}{P\{B\}} \quad (2)$$

$$P\{D|\bar{B}\} = \frac{P\{D \cap \bar{B}\}}{P\{\bar{B}\}} = P\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}\}} \quad (3)$$

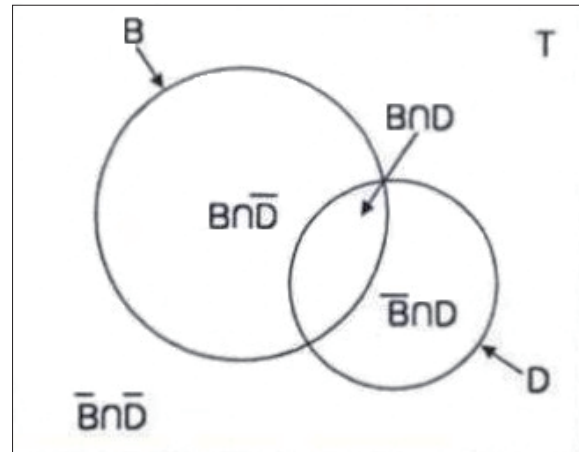
Posteriori probability dari kemunculan deposit dan ketidakmunculan deposit dari *favorable predictor pattern* dinotasikan dalam $P\{D|B\}$ dan $P\{D|\bar{B}\}$. $P\{D|B\}$ dan $P\{D|\bar{B}\}$ adalah *posteriori probabilities* di dalam dan di luar *predictor pattern B* yang memberikan kemunculan deposit D . $P\{B\}$ dan $P\{\bar{B}\}$ adalah *priori probabilities* dari kemunculan *predictor pattern B*.

Odds (O) didefinisikan sebagai $O = P/(1 - P)$ persamaan 2 dan 3 menjadi:

$$O\{D|B\} = O\{D\} \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}} \quad (4)$$

$$O\{D|\bar{B}\} = O\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}} \quad (5)$$

Dimana $O\{D|B\}$ and $O\{D|\bar{B}\}$ masing-masing adalah *posteriori odds* dari deposit yang memberikan kemunculan dan ketidakmunculan dari *binary predictor pattern B* dan $O\{D\}$ adalah *priori odds* dari kemunculan.



Gambar 6. Diagram yang menggambarkan Likelihood Ratio.

T = Total area,

B = Binary predictor pattern present,

$\bar{B}$ = Binary predictor pattern absent,

D = Mineral deposit occurrence present,

$\bar{D}$ = Mineral deposit occurrence absent

Dari masing-masing data spasial dihasilkan nilai *Frequency Ratio (FR)* yang kemudian dilakukan komputasi dengan ArcView mengikuti persamaan:

$$LSIL = \sum Lr$$

F_c = *likelihood ratio* dari masing-masing faktor atau tipe

AKUISISI DATA

Analisis potensi mineralisasi menggunakan model probabilitas *Likelihood Ratio* didasari oleh hubungan antara keterdapatan lokasi potensi mineralisasi dengan faktor-faktor atributnya. Oleh karena itu, untuk memprediksi keterdapatan potensi mineralisasi, perlu asumsi bahwa keterdapatan potensi mineralisasi ditentukan oleh faktor-faktor tertentu, dan hal tersebut akan terjadi di lokasi berbeda dengan kondisi yang sama.

Material

Material yang digunakan untuk analisis spasial pada kajian ini pada dasar-

nya dibagi menjadi dua jenis; perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Material tersebut digunakan untuk mengekstrak, memproses, dan menganalisis informasi yang diinginkan dari data primer yang dimiliki.

Perangkat Keras (*Hardware*)

Data yang dipakai dalam kajian ini meliputi gabungan dari litologi dan struktur geologi yang diambil dari Peta Geologi skala 1: 100.000 Lembar Balekambang, Bogor, Cianjur, Jampang, Leuwidamar, dan Sindangbarang. Peta tematik lain yang digunakan yaitu Peta Anomali Bouguer skala 1 : 100.000 terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang digunakan dalam kajian ini adalah *ArcGIS 9.2*, *ArcView GIS 3.3* dan *Mapinfo Professional 9.0*. Aplikasi perangkat lunak ini merupakan peralatan

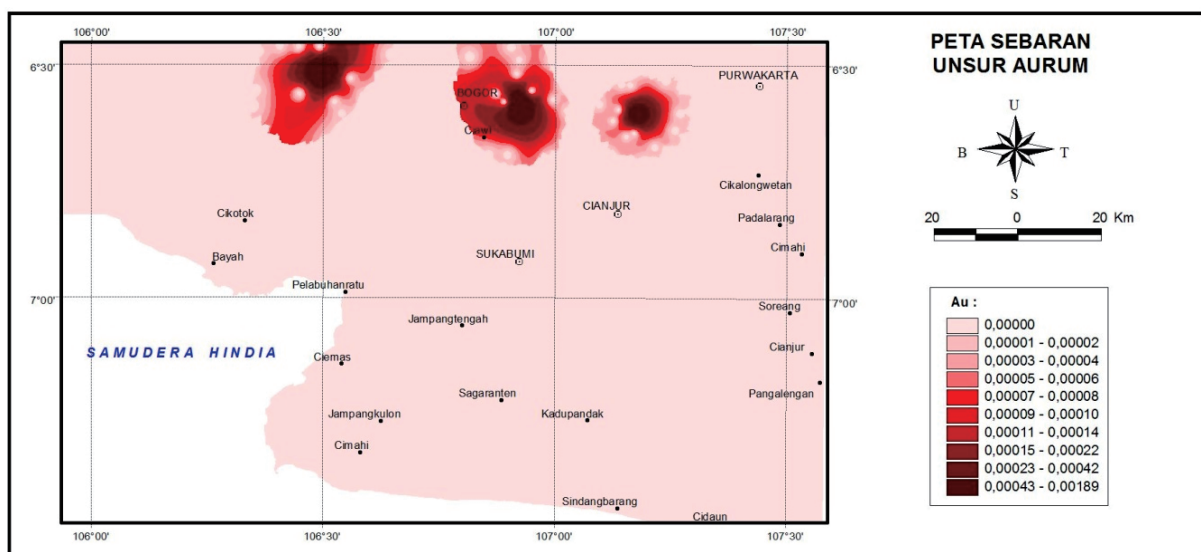
basis data spasial 100 m x 100 m.

Pengolahan Data Geokimia

Hasil pemrosesan basis data spasial geokimia sebanyak 515 titik lokasi conto sedimen sungai aktif ini adalah 16 lembar peta sebaran unsur yang merupakan hasil intrapolasi meliputi : Ag, Al, As, Au, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, dan Zn (Gambar 6, contoh Peta Sebaran Emas (Au) di daerah kajian).

Pengolahan Data Litologi

Data litologi yang terdapat di lokasi kajian diperoleh peta geologi regional dengan skala 1 : 100.000 terdiri dari 183 satuan batuan. Dari keseluruhan satuan batuan tersebut setelah dilakukan pemrosesan, diketahui bahwa keterdapatan mineralisasi Au-Ag terdapat pada sekitar 20 litologi. (Tabel.4 dan Gambar.8). Pada umumnya satuan litologi yang mengandung keterdapatan mineralisasi adalah batuan gunungapi, breksi, batuan beku seperti pada



Gambar 7. Peta sebaran unsur emas (Au) di lokasi Kajian

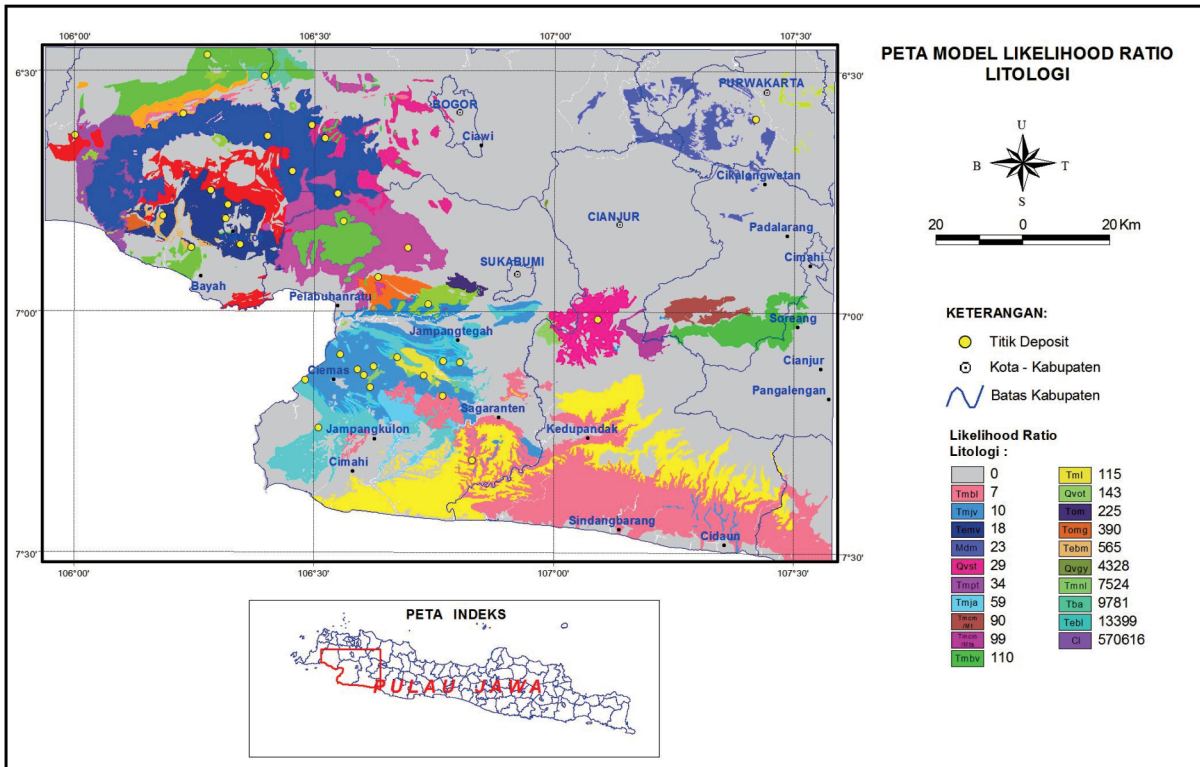
dasar untuk manajemen spasial dan analisis data dalam penentuan lokasi potensi mineralisasi.

PENGOLAHAN DATA

Pengolahan Data Spasial

Pemrosesan data spasial geokimia, litologi, struktur, dan geofisika menggunakan *software Arc View 3.3*, dengan ukuran sel

Batuan Gunungapi Gunung Gede, Formasi Bentang Bagian Bawah, Formasi Jampang, Batuan Gunungapi Gunung Salak, Formasi Jampang Anggota Ciseureuh, Tuf Malingping, Formasi Cikotok, Granit Cihara, Basalt Gn. Angsana, Formasi Cimandiri, dan Formasi Besar. Sementara umur batuan tersebut bervariasi antara Holosen sampai Eosen.



Gambar 8. Peta Model Likelihood Ratio Litologi.

Tabel 4.
Litologi Yang Mengandung Lokasi Keterdapatan Mineralisasi.

No	Formasi	Pixel		Keterdapatan Mineral		Likelihood ratio	Umur	Keterangan Formasi
		Jumlah	Persentase	Jumlah Lokasi	Persentase			
14	Mdm	21083	1,2678	1	2,941	2,320	Miosen Tengah	Formasi Jatiluhur, Anggota Napal dan Batupasir Kuarsa
70	Qvgy	113	0,0068	1	2,941	432,832	Holosen	Batuan Gunungapi Gn. Gunung Gede
78	Tmbl	128725	7,7408	2	5,882	0,760	Miosen Atas	Formasi Bentang Bagian Bawah
79	Tmjv	46411	2,7909	1	2,941	1,054	Miosen Bawah	Formasi Jampang
80	Cl	6	0,0004	7	20,588	57.061,632	Mio-Pliosen	Lempung
83	Qvst	16418	0,9873	1	2,941	2,979	Holosen	Batuan Gunungapi Gn. Salak
88	Tmnl	65	0,0039	1	2,941	752,461	Miosen Tengah	Formasi Nyalindung, Anggota Batugamping
90	Qpot	3403	0,2046	1	2,941	14,373	Holosen	Endapan Undak Tua
91	Tml	4237	0,2548	1	2,941	11,544	Miosen Bawah	Formasi Lengkong
92	Tmja	8268	0,4972	1	2,941	5,916	Miosen Bawah	Formasi Jampang, Anggota Ciseureuh
99	Tpmt	14007	0,8423	1	2,941	3,492	Pliosen	Tuf Malingping
101	Temv	27003	1,6238	1	2,941	1,811	Eosen-Miosen	Formasi Cikotok
102	Tebm	3457	0,2079	4	11,765	56,592	Eosen	Formasi Bayah, Anggota Batulempung
113	Tomg	1251	0,0752	1	2,941	39,097	Oligo-Miosen	Granit Cihara
116	Tebi	73	0,0044	2	5,882	1.339,999	Eosen	Formasi Bayah, Anggota Batugamping
123	Tba	50	0,0030	1	2,941	978,199	Miosen Atas	Basalt Gn. Angsana
167	Tmcm/Mts	4915	0,2956	1	2,941	9,951	Miosen	Formasi Cimandiri
172	Tmcm /Mt	5426	0,3263	1	2,941	9,014	Miosen	Formasi Cimandiri
177	Tom	2167	0,1303	1	2,941	22,570	Oligo-Miosen	
181	Tmbv/Pb	17772	1,0687	4	11,765	11,008	Miosen Atas	Formasi Besar

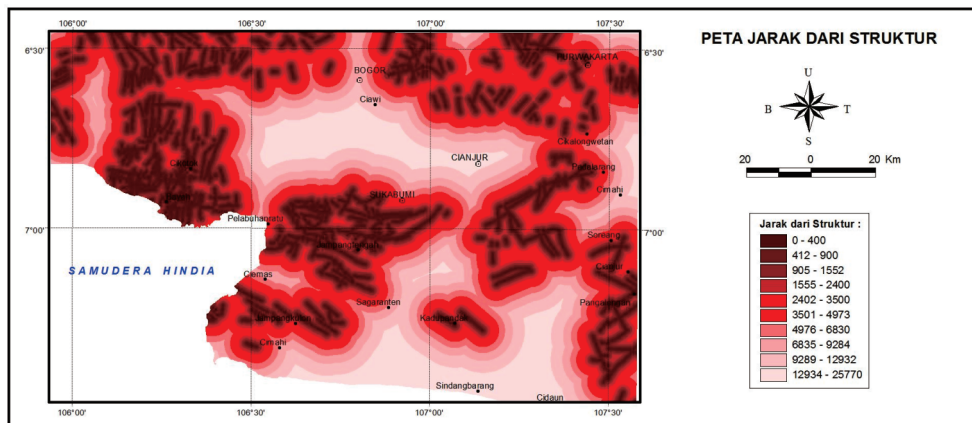
Pengolahan Data Struktur Geologi

Peta struktur yang dihasilkan di dalam pemrosesan data ini adalah jarak terhadap kelurusan struktur sesar, hal ini diyakini mewakili peluang terjadinya proses mineralisasi yang dikontrol oleh kemunculan sesar. Di dalam daerah kajian, peta dibuat dalam 10 kelas, dimana pengaruh jarak memberikan peluang yang lebih besar terhadap terjadinya proses mineralisasi logam (Gambar.9).

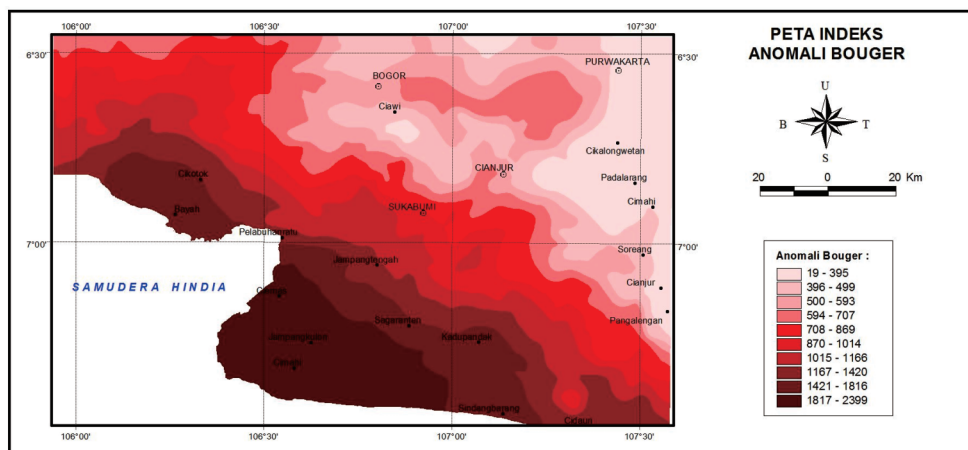
indeks tinggi berada di bagian selatan dan baratdaya lokasi kajian.

Integrasi Data Model *Likelihood Ratio*

Integrasi data bertujuan untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara deposit mineral dengan faktor-faktor yang berhubungan. *Likelihood ratio* untuk range atau kelas dari masing-masing faktor dihitung untuk menentukan mineral *potential indeks* seperti yang terdapat pada Tabel 5 dan 6.



Gambar 9. Peta Jarak Dari Struktur Di Lokasi Kajian

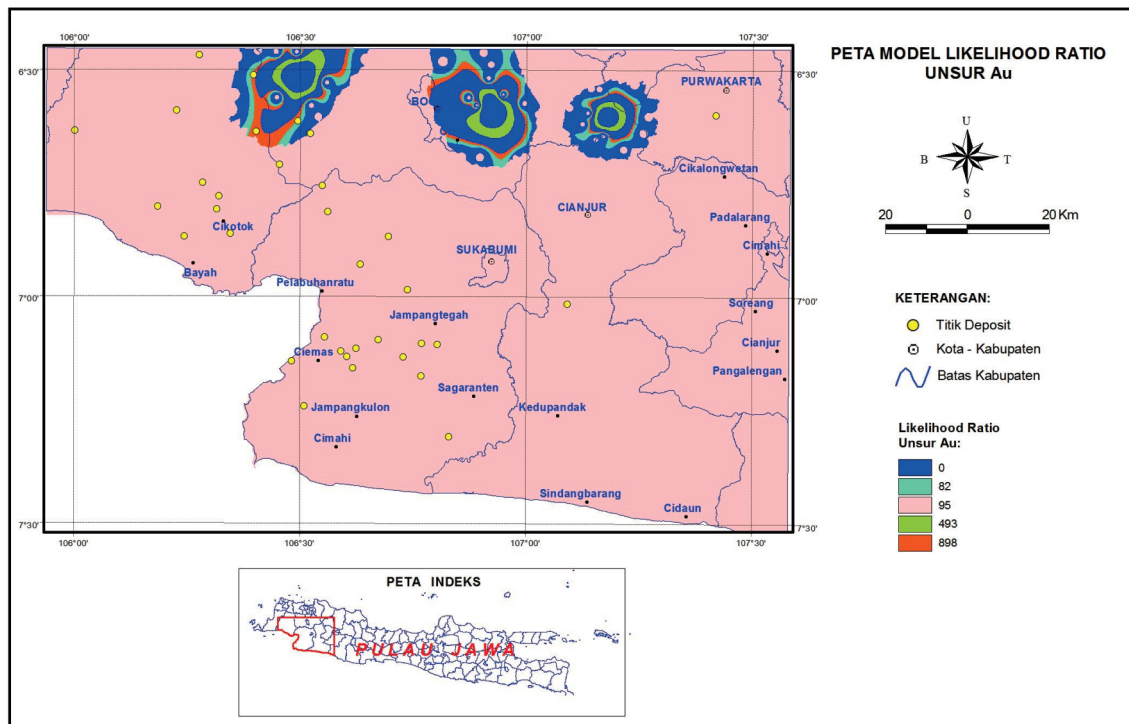


Gambar 10. Peta Indeks Anomali Bouguer Di Lokasi Kajian.

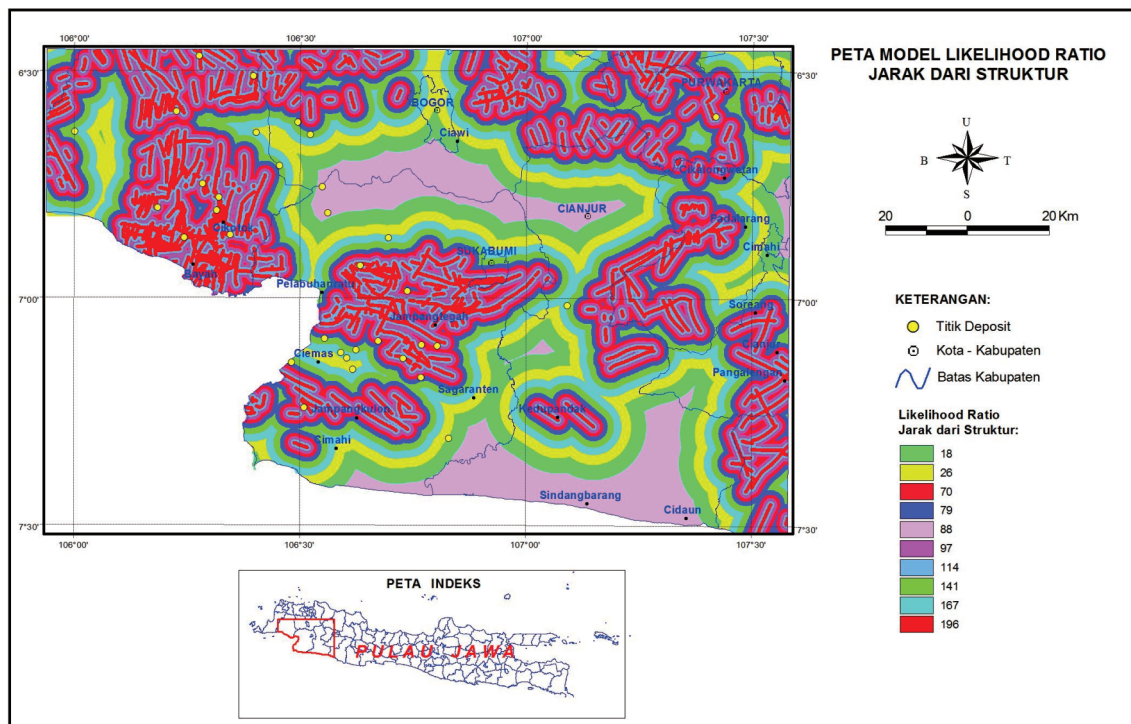
Pengolahan Data Geofisika

Pengolahan data geofisika yang berupa anomali Bouguer diproses dengan asumsi bahwa daerah yang memiliki anomali gaya berat merupakan daerah yang mengandung deposit bijih logam berat serta memiliki perbedaan densitas batuan (Kuzvart& Bohmer, 1986). Dari Gambar.10 yang merupakan peta anomali bouguer dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki

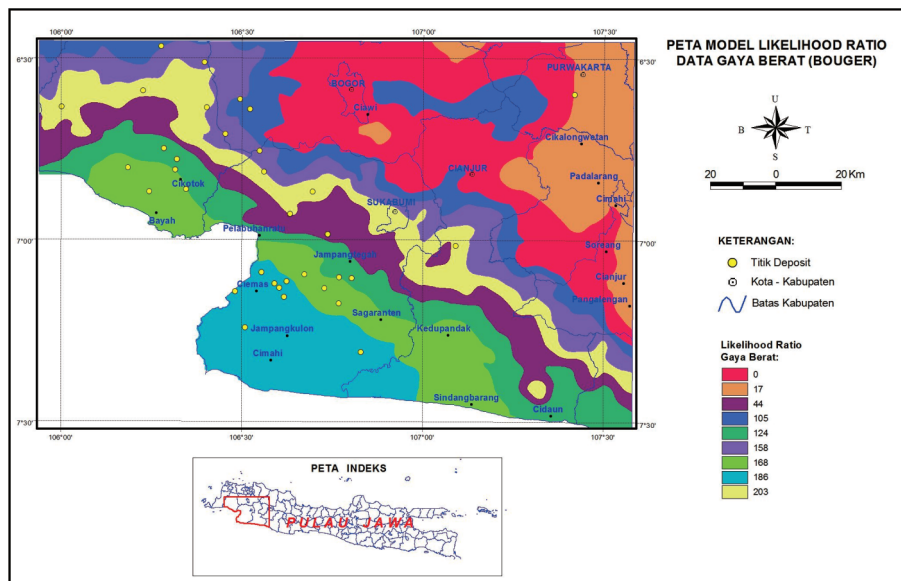
Hubungan spasial dari deposit mineral dan beberapa faktor atribut yang rasio area untuk total area sudah dihitung dan *likelihood ratio* akhirnya didapatkan dengan cara membagi rasio mineral deposit dengan rasio area. Tiap-tiap faktor atribut dibagi ke dalam 10 kelas (faktor unsur geokimia, data bouger, dan struktur geologi), kecuali untuk faktor litologi. Peta model *likelihood ratio/frequency ratio* dari tiap-tiap faktor atribut dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Peta Model *Likelihood Ratio* Unsur Au dari Conto Sedimen Sungai



Gambar 12. Peta Model *Likelihood Ratio* Jarak dari Struktur



Gambar 13. Peta Model *Likelihood Ratio* Data Gaya Berat

Tabel 5.

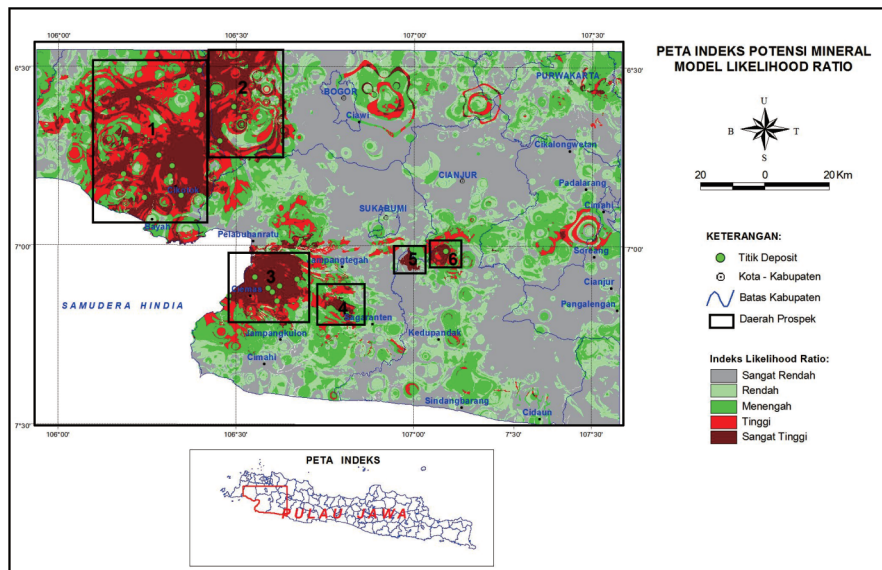
Perhitungan *Likelihood Ratio* Unsur Cu Untur Faktor Atribut Data Geokimia.

Faktor	No	Kelas	Domain		Keterdapatan Mineral		LR
			Piksel	Persentase	Jumlah Lokasi	Persentase	
Cu 10000	1	0 - 8	178.911	10,71	24	21,05	1,97
	2	9 - 16	189.678	11,35	8	7,02	0,62
	3	17 - 22	189.590	11,35	20	17,54	1,55
	4	23 - 27	159.084	9,52	9	7,89	0,83
	5	28 - 32	191.658	11,47	12	10,53	0,92
	6	33 - 36	178.451	10,68	1	0,88	0,08
	7	37 - 40	150.751	9,02	0	0,00	0,00
	8	41 - 46	149.805	8,97	4	3,51	0,39
	9	47 - 58	143.535	8,59	6	5,26	0,61
	10	59 - 407	139.080	8,33	30	26,32	3,16

Tabel 6.

Perhitungan *Likelihood Ratio* Untuk Faktor Atribut Struktur dan Data Bouguer.

Faktor	No	Kelas	Domain		Keterdapatan Mineral		FR
			Piksel	Persentase	Jumlah Lokasi	Persentase	
Struktur	1	0 - 400	172.128	10,30	23	20,18	1,96
	2	412 - 900	166.669	9,98	13	11,40	1,14
	3	905 - 1552	166.954	9,99	11	9,65	0,97
	4	1555 - 2400	167.474	10,03	8	7,02	0,70
	5	2402 - 3500	166.342	9,96	9	7,89	0,79
	6	3501 - 4973	166.247	9,95	16	14,04	1,41
	7	4976 - 6830	166.306	9,96	19	16,67	1,67
	8	6835 - 9284	166.258	9,95	3	2,63	0,26
	9	9289 - 12932	166.084	9,94	2	1,75	0,18
	10	12934 - 25770	166.081	9,94	10	8,77	0,88
Bouguer	1	19 - 935	167.729	10,04	2	1,75	0,17
	2	396 - 499	173.130	10,36	0	0,00	0,00
	3	500 - 593	166.999	10,00	0	0,00	0,00
	4	594 - 707	166.936	9,99	12	10,53	1,05
	5	708 - 869	166.693	9,98	18	15,79	1,58
	6	870 - 1014	166.259	9,95	23	20,18	2,03
	7	1015 - 1166	165.866	9,93	5	4,39	0,44
	8	1167 - 1420	166.062	9,94	14	12,28	1,24
	9	1421 - 1816	165.463	9,90	19	16,67	1,68
	10	1817 - 2399	165.256	9,89	21	18,42	1,86



Gambar 14. Peta Indeks Potensi Mineral Model *Likelihood Ratio*

PEMBAHASAN

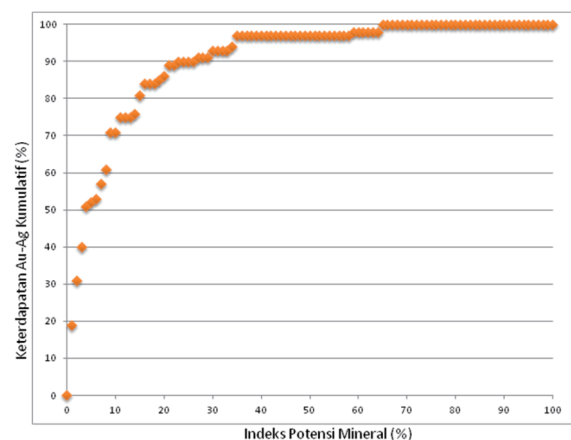
Hasil integrasi data keseluruhan menggunakan model *likelihood ratio* menghasilkan Peta Indeks Potensi Mineral dengan model *likelihood ratio* (Gambar.14). Pada peta tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar daerah yang mempunyai indeks potensi keterdapatan mineral tertinggi yang ditunjukkan oleh area berwarna merah tua berada di bagian barat dari lokasi kajian, daerah prospek tersebut dibagi ke dalam enam blok sebagai berikut:

1. Blok 1: mencakup wilayah Bojongmanik, Leuwidamar, Cijaku, Panggarangan, Cibeber, dan Muncang (Kabupaten Lebak);
2. Blok 2: mencakup wilayah Kecamatan Sukajaya, Jasinga, Cigudeg, Nanggung, dan Leuwiliang (Kabupaten Bogor);
3. Blok 3: mencakup wilayah Kecamatan Pelabuhanratu, Ciemas, Lengkon, bagian utara Kecamatan Warungkiara dan Ciracap (Kabupaten Sukabumi);
4. Blok 4: mencakup wilayah Kecamatan Pabuaran (Kabupaten Sukabumi);
5. Blok 5: bagian utara Kecamatan Takokak (Kabupaten Cianjur).
6. Blok 6 : Kecamatan Campaka (Kabupaten Cianjur).

Lokasi-lokasi dengan nilai indeks tinggi tersebut diduga merupakan daerah yang memiliki mineralisasi emas dan perak sehingga disarankan untuk menjadi area kajian lebih lanjut.

Peta Potensi Mineral diverifikasi dengan membandingkan data lokasi deposit dengan peta potensi mineral. Setiap faktor dan *likelihood ratio* dibandingkan. Untuk mendapatkan peringkat relatif untuk setiap faktor, nilai indeks dihitung dari semua sel di daerah penelitian yang disortir dalam urutan. Nilai sel kemudian dibagi menjadi 100 kelas dengan interval 1.

Dalam kajian ini menunjukkan kelas 90-100% (10%) dengan indeks potensi mineral memiliki peringkat tinggi dapat menjelaskan 100% dari semua kemunculan mineral deposit. Hasilnya rasio 0,9104 daerah itu menunjukkan tingkat akurasi prediksi 91,04% untuk model *likelihood ratio* (Gambar .15).



Gambar 15. Verifikasi model *Likelihood Ratio*.

Uji petik lapangan bertujuan untuk menguji hasil pengolahan data terutama

lokasi-lokasi yang bernilai indeks tinggi dengan kondisi di lapangan. Berdasarkan hasil peninjauan di beberapa lokasi terpilih dihasilkan bahwa daerah-daerah yang memiliki nilai indeks tinggi merupakan daerah yang mengandung mineralisasi emas dan perak yang umumnya merupakan wilayah pertambangan emas yang telah diusahakan dalam bentuk Ijin Usaha Pertambangan dan pertambangan rakyat.

Beberapa lokasi terpilih tersebut antara lain: Kecamatan Pelabuhanratu. Ciemas-Cigaru dan bagian utara Kecamatan Takokak (Tanggeung).



Gambar 16. Lubang Tambang Horizontal di Blok Ciemas



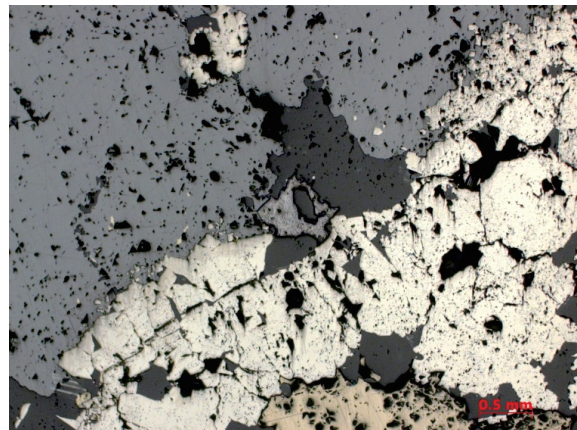
Gambar 17. Batuan Terkersikkan mengandung kalkopirit, pirit, galena, sfalerit di Blok Ciemas.

KESIMPULAN

1. Terdapat enam daerah prospek mineralisasi emas dan perak yang ditunjukkan dengan nilai indeks yang relatif lebih tinggi dibanding daerah lainnya.



Gambar 18. Batuan terkersikkan, berongga, mengandung kalkopirit dan pirit di Blok Tanggeung, Cianjur.



Gambar 19. Sayatan Mineragrafi yang menunjukkan mineral pirit, kalkopirit, galena, dan sfalerit pada diorit porfir di daerah Ciemas-Cigaru, Kabupaten Sukabumi.

2. Berdasarkan hasil uji petik di 3 (tiga) lokasi prospek menunjukkan bahwa daerah-daerah prospek mineralisasi tersebut telah dilakukan penambangan oleh rakyat dalam skala kecil.
3. Penggunaan metode analisis spasial "*likelihood ratio*" dapat mendelineasi daerah-daerah prospek mineralisasi berdasarkan data sekunder yang tersedia namun tidak dapat menunjukkan besaran sumber daya dan cadangannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi, Kepala Pusat Survey Geologi dan Kepala Bidang Informasi dan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis

untuk memperoleh data dan menyelesaikan makalah ini. Selanjutnya ucapan terimakasih disampaikan pula kepada pengelola Buletin

Sumber Daya Geologi yang telah memberikan saran untuk perbaikan penulisan hingga artikel ini dimuat dalam Buletin.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonham-Carter, 1994. *Geographic Information System For Geoscientist*, Pergamon, Ontario, Canada.
- Effendi, A.C., Kusnama, dan Hermanto, B., 1998. *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Henry L. Alder & Edward B. Roessler, 1972. *Introduction to Probability and Statistics*. W.H.freeman & Company, San Francisco, USA.
- Koesmono, Kusnama, M., dan Suwarna, N., 1996. *Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa, Skala 1 : 100.000*. Edisi Kedua. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Kuzvart M & Bohmer M, 1986, *Prospecting and Exploration of Mineral Deposits*, Elsevier, Amsterdam-Oxford-Newyork-Tokyo.
- Lee and Oh, 2008, *Regional Probabilistic and Statistical Mineral Potential Mapping of Gold-Silver Deposits Using GIS in the Gangreung Area, Korea*, *Resource Geology* vol.58, no.2:1-17.
- Nainggolan, D.A., Hutubessy, S., dan Suharyono, S., 1995. *Peta Anomali Bouger Lembar Sindangbarang, Jawa Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nasution, J dan Sobari, I., 1994. *Peta Anomali Bouger Lembar Cianjur, Jawa Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Nasution, J dan Tasno, P., 1990. *Peta Anomali Bouger Lembar Leuwidamar, Jawa Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rifki Febrianto. 2011, *Geologi dan Studi Alterasi Hidrotermal Daerah Andulan Kecamatan Walenrang Utara Kabupaten Luwu Propinsi Sulawesi Selatan*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Jogjakarta.
- Rohandi, U dan Gunawan, W., 1990. *Peta Anomali Bouger Lembar Jampang, Jawa Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rohandi, U dan Sani, M., 1990. *Peta Anomali Bouger Lembar Bogor, Jawa Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sujatmiko, 1972. *Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sujatmiko dan Santosa, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Leuwidamar, Jawa, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sukanto, R., 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa, Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Diterima tanggal 13 Juni 2013
Revisi tanggal 28 Agustus 2013

POTENSI LEMPUNG DAN FELSPAR UNTUK BAHAN BAKU KERAMIK DI DAERAH PURWANEGARA, KABUPATEN BANJARNEGARA, JAWA TENGAH

Oleh:

Penny Oktaviani dan Irwan Muksin
Pusat Sumber Daya Geologi
Jalan Soekarno-Hatta No.444, Badung

SARI

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting untuk kelangsungan hidup industri keramik. Salah satunya yang berada di Daerah Klampok, Kecamatan Purwareja, Kabupaten Banjarnegara. Di daerah ini pada umumnya industri keramik merupakan industri kecil dan menengah. Kajian ini dilakukan dengan maksud untuk menginventarisasi lokasi lempung dan felspar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan keramik di sekitar lokasi sentra industri Klampok, karena selama ini bahan baku diambil dari luar Banjarnegara, bahkan hingga mendatangkan bahan baku dari Pulau Belitung, Sumatera. Tujuannya agar para pengrajin memiliki alternatif lokasi pengambilan bahan baku dari sekitar lokasi industri untuk mengurangi biaya produksi demi kelangsungan industri mereka.

Berdasarkan evaluasi data lapangan dan hasil analisis laboratorium, baik kimia, fisika dan uji *prototype* benda keramik, lempung dan felspar di 3 lokasi yang diamati, yaitu felspar di Dukuh Kretek dan Desa Kalitengah, serta lempung di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara terbukti dapat dijadikan sebagai lokasi alternatif bahan baku untuk pembuatan keramik.

Contoh lempung dan felspar dari ketiga lokasi tersebut secara tunggal dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan gerabah dengan pembakaran suhu rendah ($< 1.000^{\circ}\text{C}$). Dan apabila dua contoh dicampur dengan komposisi tertentu, maka dapat dibuat untuk keramik dengan kualitas yang lebih baik dari gerabah, yaitu keramik hias atau *table wares*.

Kata kunci: felspar, industri keramik, lempung

ABSTRACT

Raw material supply is one of the important factor for ceramic industry to survive. One of these industries located at Klampok area, Purwareja district, Banjarnegara regency. At this area, ceramic industries are mainly small and medium industries. This study is to inventarize clay and feldspar location that suitable for ceramic raw material around Klampok area, because up to now raw material come from area outside Banjarnegara, some of it come from Belitung area in Sumatera Island. The objective of this study is to give some alternative locations of raw material for the craftsman, closed to their industry to minimize production cost for their business efficiency and continuity.

Based on field data evaluation and laboratory analysis result, clay and feldspar in 3 observed locations; feldspar at Dukuh Kretek and Kalitengah Village, and clay at Kampung Penisian, Merden Village, Purwanegara District can be use as ceramic raw material location.

Clay and feldspar samples from those three locations can be used to make earthenware material with low burning temperature ($< 1000^{\circ}\text{C}$). And if two of those samples are mixed together with certain composition, it can be used to make a better quality product than earthenwares, which is called ceramics or table wares.

Keywords: feldspar, ceramic industry, clay

PENDAHULUAN

Berdasarkan Instruksi Presiden Republik Indonesia nomor 6 Tahun 2009 tentang pengembangan ekonomi kreatif, dalam rangka keterpaduan pelaksanaan

pengembangan ekonomi kreatif, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) turut serta mendukung dan melaksanakan kebijakan pengembangan ekonomi kreatif tahun 2009 – 2012, yaitu dengan melakukan pengembangan kegiatan

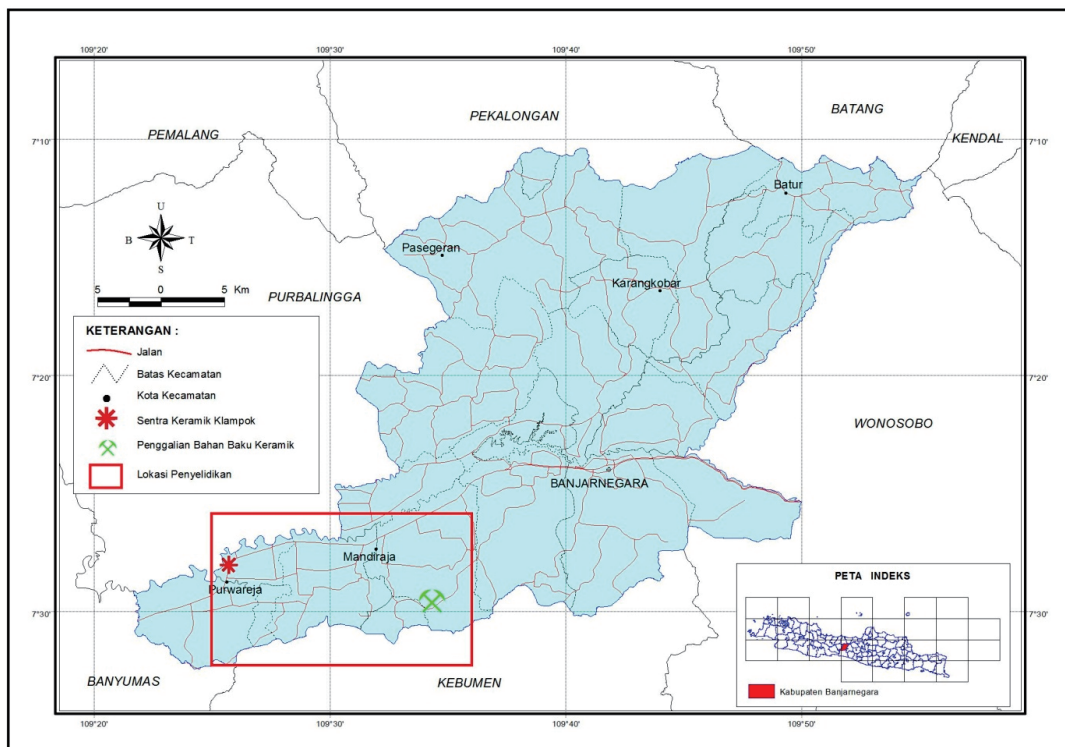
ekonomi berdasarkan pada kreativitas, keterampilan dan bakat individu yang bernilai ekonomis dan berpengaruh pada kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Industri kreatif ini telah mampu memberikan sumbangan kepada PDB nasional secara signifikan yaitu dengan rata-rata kontribusi periode 2002 - 2006 sebesar 104,637 triliun rupiah atau dengan rata-rata persentase kontribusi periode 2002 - 2006 sebesar 6,28%. Pada tahun 2006, kontribusi PDB Industri Kreatif berdasarkan harga konstan 2000 adalah sebesar 104,787 triliun rupiah yaitu 5,67% dari total PDB Nasional. Jika dihitung dengan nilai nominal senilai 189,4 triliun rupiah (Pangestu, 2008).

Salah satu subsektor Industri kreatif adalah kerajinan menyumbang sekitar 26,7 triliun rupiah atau sebesar 25,51% (Pangestu, 2008), yang di dalamnya ada industri kerajinan keramik. Industri kerajinan keramik merupakan salah satu industri berbasis ekonomi kreatif yang terdapat di

alternatif penggunaan bahan baku di sentra keramik Klampok, Kecamatan Purwanegara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1), yang merupakan hasil satu kajian yang pernah dilakukan di PSDG (2012) dalam rangka membantu para pengrajin sentra keramik di daerah Jawa Barat, Jawa Tengah dan Yogyakarta untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya. Kajian dilakukan dengan melakukan inventarisasi lokasi lempung dan felspar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan keramik di sekitar lokasi sentra industri keramik, tujuannya agar para pengrajin memiliki alternatif lokasi pengambilan bahan baku dari sekitar lokasi industri dan mengurangi biaya produksi industri mereka.

Pada umumnya industri keramik merupakan industri kecil dan menengah, mengambil bahan baku dari sekitar lokasi industri. Lain halnya dengan sentra keramik Klampok, selama ini para pengrajin di



Gambar 1. Lokasi kegiatan di Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

beberapa tempat di Pulau Jawa, diantaranya sentra keramik Plered di Kabupaten Purwakarta, Klampok di Kabupaten Banjarnegara, Melikan di Kabupaten Klaten, Pundong dan Kasongan di Kabupaten Bantul.

Tulisan ini membahas mengenai

Klampok mengambil bahan baku dari luar Banjarnegara, bahkan hingga mendatangkan bahan baku dari Pulau Belitung, Sumatera, sehingga kontinuitas produksi terganggu dan mengurangi efisiensi industri keramik tersebut.

Di Sentra Keramik Klampok,

Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah terdapat terdapat 20 pengrajin, 2 pengrajin mempunyai nama dagang dan sisanya merupakan pengrajin biasa (*home industry*). Umumnya jenis keramik yang dihasilkan berupa gerabah keramik fungsi, keramik hias, keramik tradisional, keramik cinderamata dengan tungku bahan bakar kayu (Gambar 2). Sedangkan yang sudah memiliki merek dagang, selain gerabah, juga memproduksi jenis porselen (*stoneware*) (Gambar 3) dan sudah menggunakan tungku bahan bakar gas LPG. Pembakaran menggunakan gas LPG lebih baik karena panas yang dihasilkan lebih merata dibandingkan menggunakan kayu

Tahap persiapan meliputi pengadaan peta geologi skala 1 : 100.000, peta topografi, dan pengumpulan data sekunder mengenai sentra kerajinan keramik.

Tahap pengumpulan data primer meliputi:

- Pendataan di Sentra Gerabah Klampok, Desa Klampok, Kecamatan Purwareja, Kabupaten Banjarnegara.
- Pengambilan perconton lempung di daerah Kecamatan Purwanegara, Kabupaten Banjarnegara untuk dianalisis fisika/kimia di laboratorium.
- Evaluasi dan analisis sementara di lapangan.

Tahap analisis Laboratorium meliputi



Gambar 2. Beberapa produk gerabah dari Sentra Keramik Klampok, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah (kiri); Produk khas yang dipesan oleh hotel dan restoran (kanan).



Gambar 3. Beberapa produk jenis porselen (*stoneware*) dari Sentra keramik Klampok, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah.

bakar, suhu panas yang dihasilkan juga bisa lebih tinggi sehingga kualitas produknya lebih baik.

METODE KAJIAN

Kegiatan kajian mencakup tahap persiapan, pengumpulan data primer ke lapangan, analisis laboratorium, dan pengolahan data.

analisis kimia major element, analisis petrografi dan analisis XRD pada Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi serta analisis keramik (analisis fisik, analisis bakar, pendahuluan/ teknologi dan pembuatan *prototipe*) pada Balai Besar Industri Keramik.

Tahap pengolahan data meliputi evaluasi dan analisis data, yaitu pengidentifikasian, pengelompokkan dan

pengujian data hasil pengamatan lapangan dan analisis laboratorium.

GEOLOGI DAN BAHAN BAKU KERAMIK DI DAERAH PURWANEGARA

Menurut Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa skala 1 : 100.000 (Condon, W.H., dkk., 1996), daerah ini secara berurutan dari tua ke muda disusun oleh (Gambar 4):

Komplek Lok Ulo (KTI); merupakan banteh terdiri dari berbagai bongkahan yang tercampur secara tektonik dalam matrik serpih dan batulanau kelabu gelap yang terkoyakkan. Ukuran bongkah tak seragam dan tersusun oleh basal, rijang hitam, merah, batuan basa dan ultrabasa (Kog), sekis dan filit (Km), grewak (KTs), granit, tuf terkoyakkan, batugamping merah dan kelabu serta lempung. Umumnya bongkahan berbentuk lonjong, setiap batas litologi merupakan sentuh tektonik. Rijang terlipatkan kuat, berselingan dengan batulempung merah.

Formasi Totogan (Tmt); terdiri dari breksi, batulempung, napal, konglomerat, dan batupasir. Batulempung tufaan berinterkalasi dengan breksi.

Anggota Tuf Formasi Waturanda (Tmwt); terdiri dari perselingan tuf kaca, tuf hablur, batupasir gampingan dan tuf napalan.

Formasi Waturanda (Tmw); terdiri dari breksi, batupasir, konglomerat, lahar

dengan sisipan batulempung.

Formasi Penosogan (Tnp); terdiri perselingan konglomerat, batupasir, batulempung, napal, tuf dan riolit. Perselingan batulempung, napal, dan kalkarenit dan tuf menempati bagian tengah sekuen.

Formasi Halang (Tmph); bagian atas terdiri dari breksi gunungapi yang bersifat andesit dan basal, bagian bawah terdiri dari batupasir, tuf, batulempung, konglomerat, batupasir merupakan bagian utama.

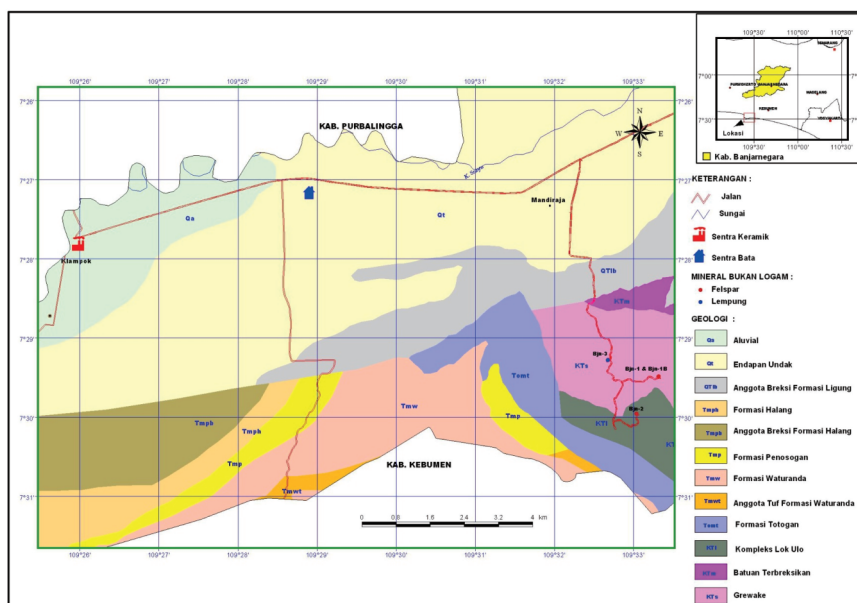
Anggota Breksi, Formasi Ligung (QTlb); terdiri dari breksi gunungapi yang bersifat andesit, lava andesit dan tuf, merupakan bagian atas Formasi Ligung.

Endapan Undak (Qt); terdiri pasir, lanau, tuf, konglomerat, batupasir tufaan dan breksi tufaan. Tersebar di sepanjang Lembah Serayu.

Aluvial (Qa); kerikil, pasir, lanau dan lempung, sebagai endapan sungai.

Endapan feldspar selama ini dijumpai dan ditambang dari satuan grewak (Kts) dalam Komplek Lok Ulo berupa bongkahan - bongkahan besar, sedangkan lempung juga dijumpai pada kompleks ini dalam bentuk bongkahan-bongkahan.

Melihat litologi yang ada pada formasi lainnya di daerah Purwanegara dan sekitarnya, kemungkinan feldspar dapat dijumpai berupa tuf kaca dan tuf hablur dari Anggota Tuf Formasi Waturanda dan tuf serta riolit dari Formasi Penosogan.



Gambar 4. Peta geologi daerah Purwanegara dan sekitarnya, Kabupaten Banjarnegara.

Endapan lempung selain berupa bongkahan-bongkahan pada Komplek Lok Ulo, kemungkinan dijumpai berupa satuan batuan dari Formasi Totogan dan Penosogan, yang sudah dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bata adalah lempung dari satuan Undak Sungai. Perlu dilakukan eksplorasi lanjutan pada bahan baku keramik di daerah ini.

HASIL DAN ANALISIS

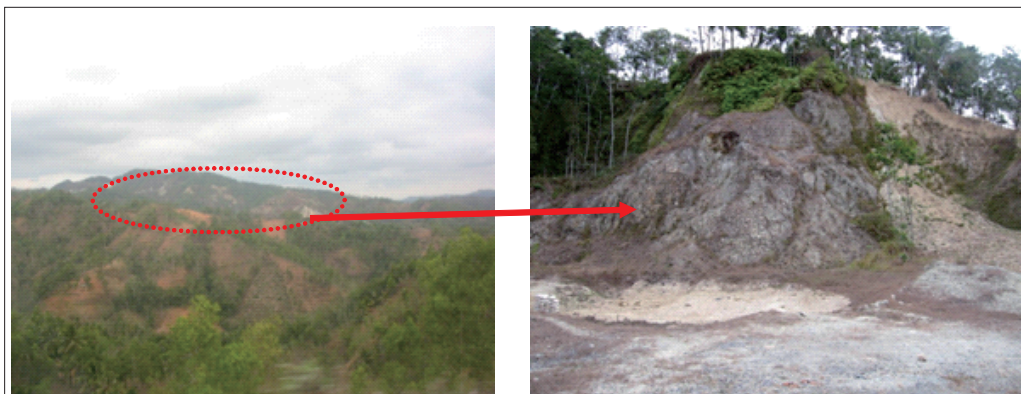
Pengamatan endapan felspar dan lempung dilakukan terhadap 2 lokasi endapan felspar, dan 1 lokasi endapan lempung. Endapan felspar di Dukuh Kretek, Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara (Bjn-1) dan di Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara (Bjn-2). Endapan lempung berada di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara (Bjn-3).

Endapan felspar di Dukuh Kretek, Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara (Gambar 5) dijumpai dalam kondisi lapuk,

berwarna coklat kekuningan (krem), rapuh-keras, membentuk bukit, ditumbuhi tanaman keras, pernah diusahakan oleh penduduk, dikirim ke industri keramik di Jakarta. Terdapat pada satuan grewak Satuan Tektonik Komplek Lok Ulo.

Endapan felspar di Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara (Gambar 6), lapuk, berwarna putih coklat kekuningan (krem), membentuk bukit, sebarannya membentuk bongkah-bongkah berukuran 5 x 5 m, diusahakan oleh penduduk, dikirim ke industri keramik di Jakarta. Terdapat pada satuan grewak Satuan Tektonik Komplek Lok Ulo.

Endapan lempung di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara (Gambar 7), berwarna hitam (*scally clay?*), keras, plastis jika kena air, dijumpai berupa bongkahan dengan ukuran 20 x 5 m. Dari hasil analisa XRD conto lempung, mengandung kuarsa, mika, albit dan muskovit. Terdapat pada satuan grewak Satuan Tektonik Komplek Lok Ulo.



Gambar 5. Kenampakan sebaran dan singkapan endapan felspar di daerah Kalitengah, Kecamatan Purwanegara



Gambar 6. Singkapan felspar di daerah Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, merupakan bongkahan grewak dari Satuan Tektonik Komplek Lok Ulo.



Gambar 7. Singkapan endapan lempung dari Satuan Tektonik Komplek Lok Ulo berupa bongkah berukuran 20 x 5 m.

Endapan feldspar di daerah Dukuh Kretek, Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, mempunyai luas sebaran ± 5 ha, dengan ketebalan rata-rata 3 m, sumberdaya hipotetiknya 150.000 m^3 , endapan feldspar di daerah Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, mempunyai luas sebaran ± 10 ha, dengan ketebalan rata-rata 3 m, sumberdaya hipotetiknya 300.000 m^3 , sedangkan endapan lempung di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara dijumpai berupa bongkahan dengan ukuran $20 \times 5 \text{ m}$, dengan ketebalan 3 m, sumberdaya hipotetiknya 300 m^3 .

Endapan felspar di Dukuh Kretek, dari dua conto yang dianalisa kimia (Bjn-1a dan Bjn-1b) diketahui mengandung 16,33-17,61% Al_2O_3 , 67,49-67,60% SiO_2 , 4,16-8,58% K_2O , dan 0,60-0,64% Na_2O . Endapan felspar di Desa Kalitengah (Bjn-2) memiliki kandungan Al_2O_3 : 16,16%, SiO_2 : 73,03%, K_2O : 6,37%, dan Na_2O : 0,00%.

Endapan lempung di Kampung Penisian memiliki kandungan Al_2O_3 : 18,31%, SiO_2 : 61,91%, CaO : 0,43%, dan MgO : 2,21%.

Persentase kandungan Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , Na_2O , CaO , dan MgO memenuhi persyaratan sebagai bahan baku keramik.

Uji bakar dilakukan terhadap 4 conto untuk mengetahui sifat-sifat dasar bahan baku keramik, yaitu Bjn-1 dan Bjn-1B merupakan conto endapan felspar di Dukuh Kretek, Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, Bjn-2 merupakan conto endapan felspar di Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, dan Bjn-3 merupakan conto endapan lempung di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara.

Dari hasil uji sifat-sifat dasar bahan baku keramik, 2 conto felspar (Bjn-1 dan Bjn-1B) kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan tunggal untuk *body earthenware* (gerabah) dengan pembakaran suhu rendah ($<1.000^\circ\text{C}$). Untuk felspar Bjn-2 kemungkinan dapat digunakan sebagai *body stoneware*. Untuk conto lempung Bjn-3 kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan tunggal untuk *body earthenware* dengan pembakaran suhu rendah (Gambar 8).



Gambar 8. Hasil Uji Bakar PS-14 Bahan tunggal Daerah Purwanegara.

Untuk meningkatkan kualitas keramik dari jenis gerabah ke jenis *stoneware* (keramik) yang mempunyai nilai jual lebih tinggi, dilakukan uji coba komposisi campuran lempung dan felspar, merupakan campuran lempung daerah Kampung Penisian, Desa Merden, Kabupaten Banjarnegara (Bjn-3) dan felspar daerah Desa Kalitengah, Kecamatan Purwanegara, Kabupaten Banjarnegara (Bjn-2).

Dari hasil uji coba pendahuluan komposisi di atas, hasilnya adalah sebagai berikut (Gambar 9) :

- Pori-pori : sedikit sekali
- Massa gelas : sempurna
- Gelembung : sedikit sekali
- Homogenitas Leburan : merata
- Homogenitas warna : merata
- Warna Sebelum dibakar : Abu-abu
- Warna Setelah dibakar : Coklat
- Keplastisan Atterberg : Agak Plastis

KOMPOSISI 2



Gambar 9. Hasil Uji Bakar PS-14 Komposisi.

Dari hasil uji coba teknologi, hasil bakar pada temperatur 900°C untuk membuat Benda Uji (Gambar 10) menunjukkan susut kering 3,58 %, berwarna kering abu-abu. Susut bakar -0,51 % (mengembang), susut jumlah 3,09 %, penyerapan air 15,69 %m berwarna bakar krem, dan kepekaan terhadap pengeringan (Dse) 4,15 (sangat peka).

Selanjutnya uji coba benda keramik pada tahap *Prototype*, dilakukan dengan cara pengaturan komposisi, pembuatan *prototype* (keramik hias), pembakaran suhu

1.100°C, dan pengujian *prototype* (susut dan peresapan air) sehingga hasil uji coba adalah sebagai berikut (Gambar 11).



Gambar 10. Hasil Uji Bakar Benda Uji.



Gambar 11. Hasil Uji Bakar Prototipe Komposisi lempung, feldspar serta aditif

Dari hasil analisis uji *prototype* benda keramik, diketahui bahwa bahan tunggal lempung dari daerah yang diamati kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan tunggal untuk gerabah (*body earthenware*) dengan pembakaran suhu rendah dan komposisi felspar dari satuan grewaki pada Komplek Lok Ulo dan lempung pada komplek yang sama dapat dibuat untuk keramik hias (*table wares*) dengan campuran kaolin sebanyak 30%, penambahan aditif *water glass* dan *dextrin* sebanyak < 5%, dan dengan teknik pembentukan cara cor (*slip casting*) pada suhu pembakaran 1.100°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari Hasil penelitian lapangan dan laboratorium diketahui bahwa lempung di daerah penelitian dapat digunakan sebagai bahan tunggal untuk gerabah dengan pembakaran suhu rendah (< 1.100°C). Felspar dari satuan batuan grewak dan

lempung dari Komplek Lok Ulo dapat dibuat menjadi keramik hias.

Untuk itu disarankan melakukan :

- a. Penambangan yang mengikuti kaidah-kaidah yang benar (*good mining practices*), khususnya dalam lineasi potensi feldspar dan lempung, sehingga kualitas dan mutu bahan baku terjaga.
- b. Perlu adanya peta potensi sumberdaya lempung dan feldspar, sehingga pengrajin dapat mencari bahan baku keramik di wilayah sekitarnya.
- c. Prospeksi dan eksplorasi untuk mendapatkan kuantitas dan kualitas dari feldspar dan lempung, yang siap digunakan sebagai bahan baku sentra keramik serta penyusunan peta tata ruang geologi yang akurat.

- d. Perlu dibentuk koperasi, yang berfungsi sebagai lembaga dalam penyediaan bahan baku sentra keramik, yang dibina oleh Dinas ESDM setempat, supaya penambangan lempung dan feldspar yang selama ini beroperasi dilakukan dengan kaidah-kaidah yang benar serta tidak adanya tumpang tindih lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terlaksananya semua penyelidikan dengan lancar, khususnya kepada Kepala Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2012, Kajian Potensi Sumber Daya Geologi untuk Menunjang Ekonomi Kreatif, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, Tidak dipublikasikan.
- Condon, W.H., Pardiyanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., dan Samodra, H., 1996, Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan, Jawa, skala 1 : 100.000, P3G, Bandung.
- Pangestu, M.E., 2008, Pengembangan Industri Kreatif Menuju Visi Ekonomi Kreatif Indonesia 2025; Rencana Pengembangan 14 Subsektor Industri Kreatif Indonesia (2009 – 2015), Departemen Perdagangan Republik Indonesia.

Diterima tanggal 5 Juni 2013 Revisi tanggal 12 Agustus 2013
--

**STUDI ALTERASI DAN MINERALISASI DISEKITAR GUNUNG AGUNG,
KABUPATEN KULONPROGO – PURWOREJO**

Oleh:

Chusni Ansori dan Defry Hastria

Balai Informasi dan Konservasi Kebumian Karangsambung LIPI-Kebumen
Jalan Karangsambung KM.19, Kebumen

SARI

Daerah Gunung Agung secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Secara regional termasuk dalam Pegunungan Kulonprogo yang di daerah ini dijumpai indikasi alterasi dan mineralisasi logam.

Pengamatan lapangan dan pemercontohan diikuti dengan analisis petrografi, X-RD, kimia mineral dan inklusi fluida. Studi dilakukan untuk mengetahui proses dan posisi mineralisasi.

Mineralisasi yang berkembang umumnya berupa urat dan *stock work* silika-kuarsa yang diikuti pembentukan mineral ubahan lempung argilik disekitarnya, dengan intensitas lemah-sedang. Urat silika-kuarsa mempunyai ketebalan 10-30 cm, dengan kadar Au berkisar 50-2.608 ppb. Hasil analisis XRD dan petrografi dijumpai adanya asosiasi mineral kuarsa, pirit, barit, muskovit dan serisit. Hasil pengamatan dengan metoda inklusi fluida pada urat kuarsa menunjukkan fasa tunggal dan ganda, umumnya mengalami *necking* dengan kandungan NaCl: 2,5 - 3,9 % berat, suhu homogenisasi antara 157°C hingga 225°C.

Proses alterasi terjadi dalam dua tahap, tahap pertama terjadi alterasi mesotermal pada suhu antara 280-340°C, sehingga mengubah mineral feldspar menjadi serisit dan asosiasi mineral sulfida. Tahap kedua, terjadi proses alterasi epitermal pada *crustiform-colloform* hingga kalsedonik superzone, suhu 175-230°C, yang menghasilkan asosiasi mineral barit, sulfida dan logam mulia.

Kata kunci : Alterasi, Gunung Agung, Mineralisasi

ABSTRACT

Mount Agung region at Kokap district - Kulonprogo and Bagelen district - Purworejo is included in the Kulonprogo Dome, where indications of alteration and metal mineralization are found. This study aimed to determine the position and process of alteration, mineralization. Fieldwork and sampling were carried out as well as petrographic, X-RD, mineral chemistry and fluid inclusion analyses.

General alteration in the study area evolve of veins and stock work of silica-quartz which is followed by the argillic clays, with weak-moderate intensity. Alteration and mineralization zones were found around Mount Agung at Kalirejo village, Kokap – Kulonprogo, and Sumorejo village at Bagelen district - Purworejo. Silica-quartz veins have thickness of 10-30 cm, sparse density, with detected ranged of Au 50-2608 ppb. From XRD and petrographic analyses we found an association of quartz, pyrite, barite, muscovite and sericite minerals. Fluid Inclusion has single and double phase, which generally experience necking with NaCl content: 2.5 to 3.9% by weight, the homogenization temperature between 157°C and 225 °C.

The process of alteration occurs in 2 stages, the first stage of mesothermal alteration occurs at high temperatures between 280-340°C, at crystalline superzone over 500 m depths, wich transform the feldspar into sericite and sulphide mineral association. The second stage, a process of epithermal alteration at crustiform-colloform to calcedonic superzone, at 175-230 °C temperture, shallow depths (100-160 m), which produces associations of barite, sulphides and precious metals.

Keyword: Alteration, Agung Mountain, Mineralisation

PENDAHULUAN

Latar belakang

Morfologi Pegunungan Serayu Selatan Bagian Timur dikontrol oleh struktur antiklin yang memanjang ke arah timur membentuk antiklinorium Karangsambung dan morfologi kubah mulai dari Purworejo menerus hingga lembah Sungai Progo yang dikenal sebagai Pegunungan Kulon Progo (Asikin dkk., 1992). Indikasi keberadaan aktivitas vulkanisme di Kulon Progo dapat diamati dari citra satelit maupun peta topografi. Aktivitas vulkanisme tersebut menghasilkan batuan vulkanik di Kulon Progo yang berkembang pada jalur busur magmatik Sunda – Banda selama Oligosen – Miosen (Soeria Atmaja dkk., 1994). Keberadaan beberapa gunung api purba menyerupai gumuk serta intrusi Gunung Agung berpengaruh terhadap proses alterasi-mineralisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terbentuknya alterasi dan mineralisasi yang berkembang di sekitar tubuh intrusi Gunung Agung sebagai indikasi terjadinya proses hidrotermal serta suhu dan posisi mineralisasinya.

Metode penelitian:

- Penelitian lapangan, dilakukan melalui pengamatan litologi dan struktur geologi serta mencari zone alterasi dan mineralisasi.
- Penelitian laboratorium; meliputi analisis petrografi menggunakan mikroskop polarisasi nikon di LIPI - Karangsambung, X-RD di Laboartorium Fisika Mineral Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (TekMIRA), kimia mineral di Laboratorium Kimia Mineral Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) dan inklusi fluida di Laboratorium Optik Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.

Geologi

Pegunungan Kulon Progo merupakan bagian dari Kompleks Pegunungan Serayu Selatan yang terletak diujung bagian Timur (Van Bemmelen, 1949). Kompleks Pegunungan Serayu Selatan secara umum berarah Barat–Timur, sedangkan Pegunungan Kulon Progo berarah hampir

Selatan–Utara atau Baratdaya–Timurlaut yang berlainan dengan arah umum kompleks tersebut. Pegunungan Kulon Progo merupakan suatu kubah atau *dome* berbentuk empat persegi panjang (Van Bemmelen, 1949). Sumbu panjang kubah (± 32 Km) berarah Selatan Baratdaya–Utara Timurlaut, sedangkan Sumbu pendek (± 20 Km) berarah Barat Baratlaut–Timur Tenggara. Bagian atas kubah merupakan suatu pedataran tinggi (859 m, dpl) yang terkenal dengan nama *plato* Jonggrangan.

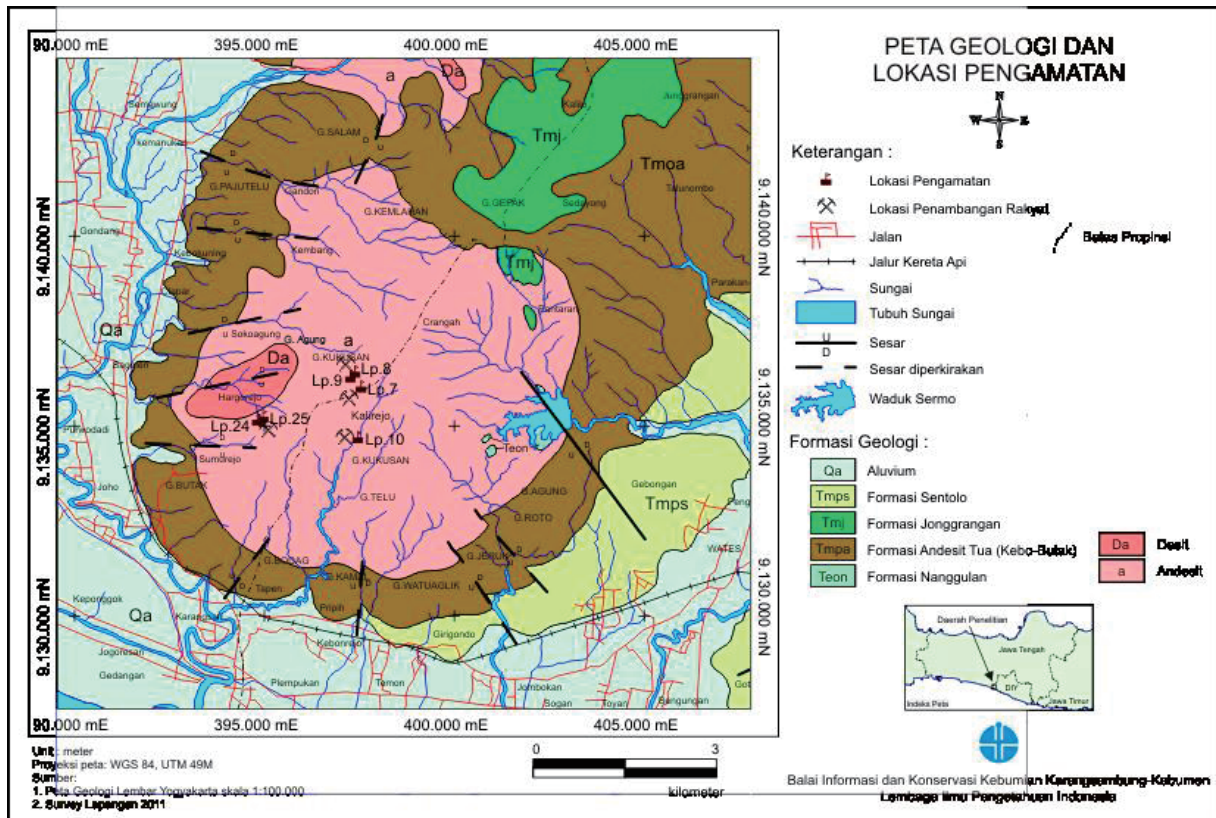
Secara fisiografis Pegunungan Kulon Progo termasuk ke dalam *dome* atau bagian tengah zona depresi yang berada di bagian timur zona Pegunungan Serayu Selatan dengan arah yang agak berbeda mengarah Baratdaya-Timurlaut dari arah umum Barat-Timur. Bentuk wilayah ini akibat proses periode tektonik yang berbeda dengan melibatkan formasi-formasi batuan yang berlainan, dan tektonik aktif yang terlihat dari pola deformasinya (Budiadi, 2008).

Menurut Rahardjo dkk (1977), endapan paling tua adalah Formasi Nanggulan yang berumur Eosen – Oligosen dan tersusun oleh napal, batu pasir, batu lempung sisipan lignit. Di atasnya diendapkan secara tidak selaras Formasi Kebo-Butak yang disebut juga Formasi Andesit Tua. Formasi ini tersusun oleh breksi andesit, tufa, lapilli, aglomerat, lava dan intrusi andesit berumur Oligo-Miosen. Pada Miosen Akhir hingga Pliosen secara tidak selaras di atasnya diendapkan batugamping Formasi Jonggrangan yang menjemari dengan Formasi Sentolo. Endapan paling muda berumur Kuartar, dengan susunan bagian bawah berupa endapan vulkanik Merapi muda, sedangkan di bagian atasnya secara tidak selaras diendapkan aluvium dan koluvium (Gambar 1). Sedangkan tatanan stratigrafi berdasarkan penelitian terdahulu ditunjukkan pada Gambar 2.

Sutanto (2000) melakukan penelitian batuan vulkanik Pegunungan Kulon Progo dengan pendekatan geokronologi dan geokimia. Hasil penanggalan radiometrik K-Ar menunjukkan bahwa proses vulkanisme di daerah ini aktif pada Kala Oligosen Akhir sampai Miosen Tengah (29–22 Ma), dengan komposisi produk batumannya yang bervariasi dari basalt, andesit dan dasit, tetapi sebagian besar berkomposisi andesit.

Pembentukan gunungapi yang sudah diawali sejak Oligosen Akhir merupakan respon atas penunjaman kerak Samudera Hindia. Akmaluddin (2005 dalam Didit, 2006) melakukan penanggalan radiometrik K-Ar di Pegunungan Menoreh (Pegunungan Kulon Progo bagian utara) dan menghasilkan umur 12.434 ± 0.749 Ma (daerah Gunung Gandul) dan 17 ± 2 Ma (daerah lereng Selatan Pegunungan Menoreh). Sedangkan intrusi

Fenomena ini menunjukkan bahwa kubah Kulon Progo mengalami tektonik dan reaktivasi struktur (sesar) beberapa kali. Bukti ini diperkuat dengan hasil analisis citra Landsat oleh keberadaan kelurusan-kelurusan yang saling berpotongan dari formasi-formasi batuan Tersier sampai endapan Kuartar.



Gambar 1. Peta Geologi dan lokasi pengamatan di Kubah Kulonprogo, digambar ulang berdasarkan peta geologi lembar Yogyakarta (Raharjo dkk, 1977)

Dasit Curug menurut Harjanto A (2008) berumur 8,10 - 1,19 juta tahun yang lalu (Miosen Akhir - Kuartar). Dasit Curug tersingkap memanjang di sekitar Sekuning, Curug, Karangtalun dan Sijagu yang mengintrusi tubuh intrusi Andesit Gunung Agung.

Budiadi (2008) menyimpulkan bahwa pola Pegunungan Kulon Progo yang berarah Baratdaya- Timurlaut menyimpang dari arah umum Pegunungan Serayu Selatan yang berarah Barat-Timur. Penyimpangan ini terindikasi kuat karena pengaruh Pola Meratus yang berarah Baratdaya-Timurlaut dan Pola Jawa berarah Barat-Timur yang melewati daerah ini.

HASIL DAN ANALISIS

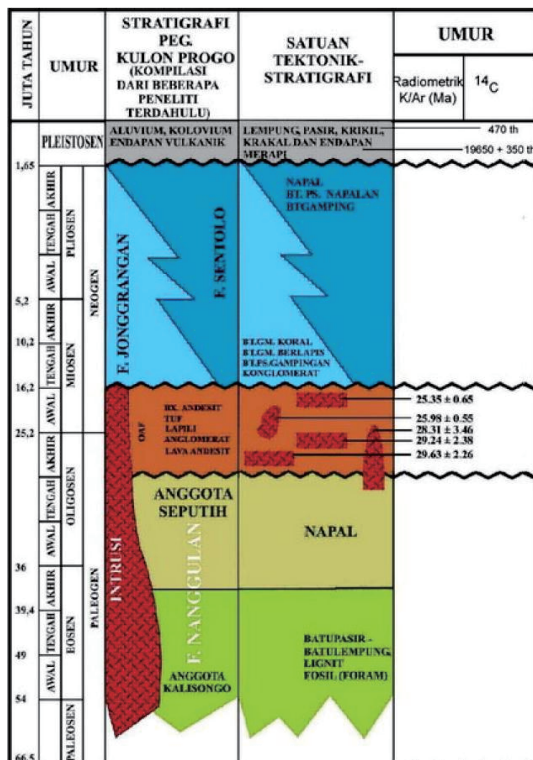
1. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan telah dilakukan pada 27 lokasi pengamatan, dimana setidaknya terdapat 6 lokasi pengamatan (LP-7, LP-8, LP 9, LP-10, LP-24, LP-25) di sekitar lereng Gunung Agung dijumpai gejala alterasi dan mineralisasi, lihat Gambar 1.

Lokasi LP-7 (Kalirejo, Kokap, Kulon Progo)

Alterasi dan mineralisasi di lokasi ini berkembang pada batuan induk andesit, berwarna abu-abu gelap, tekstur porfiritik,

tersusun oleh fenokris plagioklas, hornblenda, dan kuarsa berukuran halus. Intensitas alterasi sedang – kuat, dicirikan oleh kehadiran mineral sulfida pirit yang menyebar secara tidak merata. Silika berasosiasi dengan barit berstruktur *lattice* (kristalin, berbentuk pipih-tipis dan saling memotong) dan mineral lempung (Gambar 3-a dan 3-b). Pada beberapa bagian, silika bertekstur *vuggy*, manganis dan oksida besi di bagian permukaan, membentuk zona alterasi sekitar 50 cm, terpotong oleh *veinlet* kuarsa dan berasosiasi dengan zona ubahan mineral lempung. Mineralisasi pada batuan samping berasosiasi dengan mineral sulfida (pirit) yang menyebar tidak merata dan mineral klorit dalam jumlah kecil.



Gambar 2. Tatanan stratigrafi daerah Kulonprogo berdasarkan kompilasi penelitian terdahulu (Budiadi, 2008).

Lokasi LP-8 (Hargorejo, Bagelen, Purworejo)

Lubang penambangan emas rakyat yang dibuat secara vertikal (*shaft*), pada bagian permukaan dibuat vertikal 2 meter ke bawah dengan berukuran diameter lebih kurang 50 cm x 50 cm, dan selanjutnya dibuat lubang horizontal lebih kurang panjang 20 meter. Pada lubang bekas penambangan dijumpai urat kuarsa

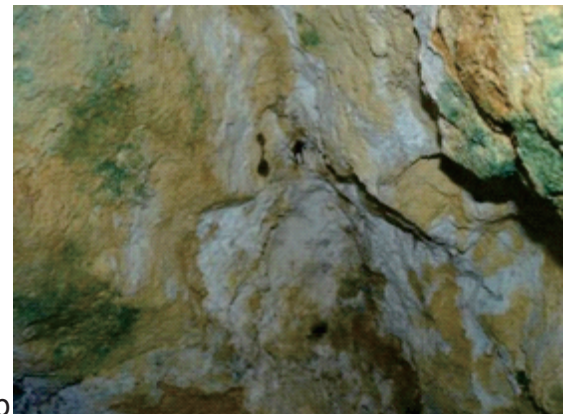
berwarna putih ke abu-abuan, arah urat N 2120 E, struktur *bladed* (Gambar 4-a dan 4-b).

Lokasi LP-10 (Plampang, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo)

Di lokasi ini alterasi dan mineralisasi yang berkembang berintensitas sedang – kuat, berupa zona alterasi silisifikasi dicirikan oleh kehadiran mineral silika yang intensif berasosiasi dengan zona urat kuarsa-silika dan mineral lempung. Alterasi dan mineralisasi di lokasi ini berkembang pada batuan induk andesit.



a



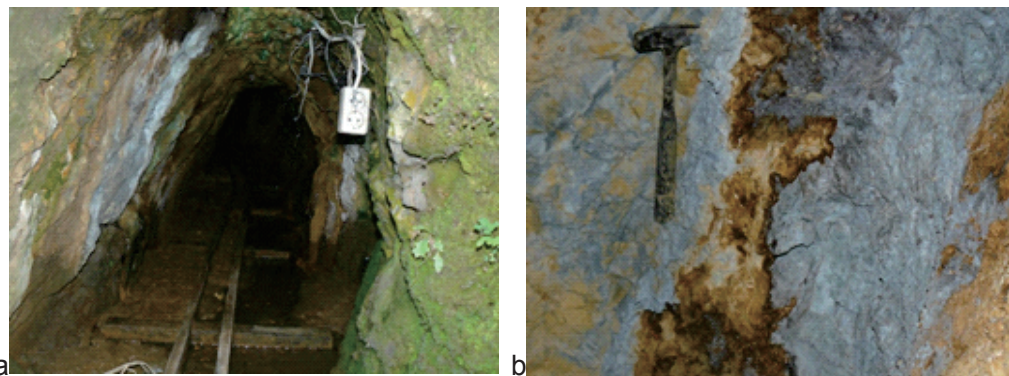
b

Gambar 3. a). Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan barit berstruktur *lattice* dengan *veinlet* kuarsa berarah N 100°E/65, b). Lempung pada zona alterasi

Pola kekar yang berkembang di lokasi pengamatan umumnya berupa kekar gerus berarah utama N 285 °E/85, N 240 °E/69, N 85 °E/65, N 40 °E/76 . Sedangkan urat kuarsa umumnya berarah N 230 °E pada urat ini dimanfaatkan sebagai lubang kerja sekaligus lubang produksi penambangan emas rakyat. (Gambar 5-a dan 5-b).



Gambar 4. Lubang bekas penambangan emas rakyat (4-a) serta urat kuarsa (4-b).



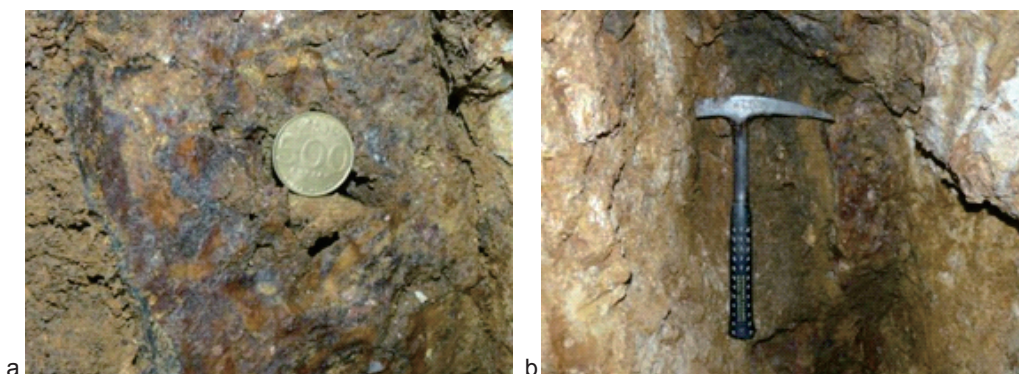
Gambar 5. a).Lubang penambangan emas rakyat berdiameter 80 cm dengan panjang 20 meter, b). Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan ubahan mineral lempung.

Lokasi LP-24 (Desa Sumorejo, Bagelen, Purworejo)

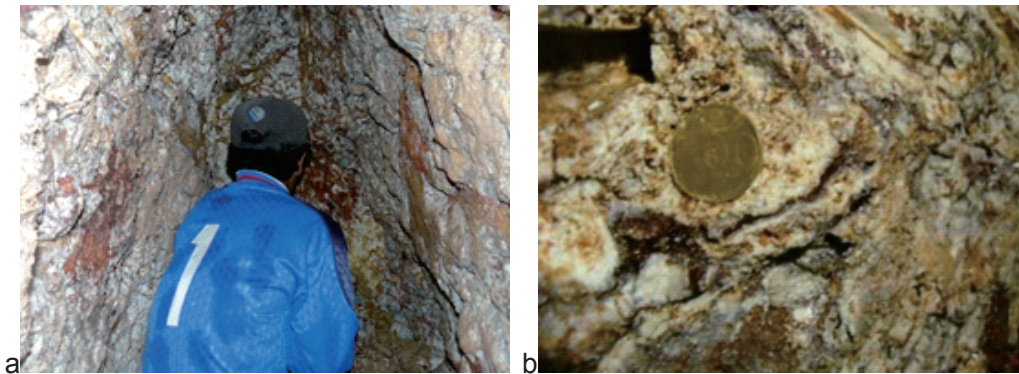
Di lokasi ini terdapat aktivitas penambangan emas rakyat pada bagian atas bukit. Penambangan mengikuti arah urat kuarsa yang berarah barat daya-timur laut, ketebalan urat sekitar 40 cm dan membentuk struktur *vuggy* (Gambar 6-a). Pada lokasi ini alterasi berupa silisifikasi disertai pembentukan lempung argilik dengan mineralisasi barit dan sulfida (Gambar 6-b).

Lokasi LP-25 (Sumorejo, Bagelen, Purworejo)

Lubang penambangan berada pada zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan mineral lempung. Mineral sulfida yang menyebar tidak merata berasosiasi dan zona oksida besi berwarna kemerahan yang mengisi rekahan. Pada beberapa bagian tampak struktur breksiasi dengan fragmen batuan induk berupa batuan beku andesit yang mulai berubah dengan intensitas sedang – kuat. Zona urat kuarsa yang berkembang secara umum berarah N220°E/80 (Gambar 7-a dan 7-b).



Gambar 6. *Vuggy* silika setebal 40 cm (a) dan alterasi argilik disekitarnya (b).

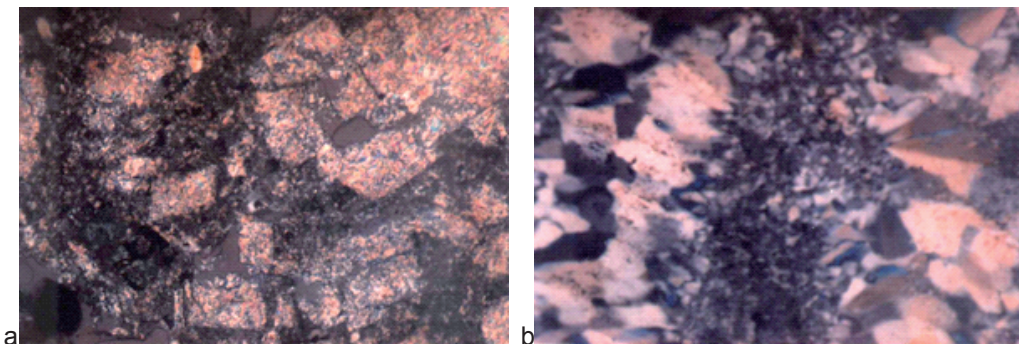


Gambar 7. a). Zona urat kuarsa berarah N 220 °E/80 dengan intensitas alterasi kuat, serta Zona oksida besi mengisi rekahan b). Struktur *crustiform-colloform* dan sulfida yang berkembang pada silika

2. Analisis Petrografi

Analisis petrografi dilakukan pada sayatan tipis batuan/mineral menggunakan mikroskop polarisasi Nikon yang dilengkapi dengan kamera foto analog. Secara megaskopik batuan beku pada lokasi LP-10, teralterasi dengan intensitas sedang – kuat, berwarna coklat hingga abu-abu, berasosiasi dengan zona alterasi silisifikasi-argilik, dicirikan oleh kehadiran mineral silika dan mineral lempung yang intensif. Pada beberapa bagian, batuan induk terpotong

berasosiasi dengan zona alterasi silisifikasi dengan intensitas lemah-sedang, manganis setempat, oksida besi pada bagian permukaan. Di dalam sayatan tipis (Gambar 8-b) berwarna putih, nikol bersilang berwarna abu-abu, terpotong oleh alur-alur agregat kalsedonik kriptokristalin yang membentuk pola memanjang 1-2 mm, gelap bergelombang (60 %), disekitarnya dijumpai serisit berwarna abu-abu gelap, subhedral, berukuran 0.1 mm – 0.2 mm, tidak merata (40%).



Gambar 8. a). Plagioklas pada andesit lokasi LP-10 yang berubah menjadi serisit, b). Urat kuarsa pada lokasi LP-9 yang tersusun oleh agregat kalsedon serta serisit.

oleh zona urat kuarsa-silika. Di bawah mikroskop batuan mempunyai tekstur hipokristalin, ukuran kristal tidak seragam (*in-equigranular*), euhedral – subhedral. Fenokris plagioklas (75 %) hampir keseluruhan berubah menjadi serisit (45 %). Terdapat mineral opa/oksida besi dalam jumlah kecil (5 %). Fenokris terdapat pada massa berukuran halus kriptokristalin (20 %), foto mikroskop dapat dilihat pada Gambar 8-a.

Sedangkan urat silika-kuarsa pada lokasi LP-9 berwarna putih susu, dengan tebal 10-15 cm, berarah N 350 °E/85, memanjang 2 meter ke arah vertikal

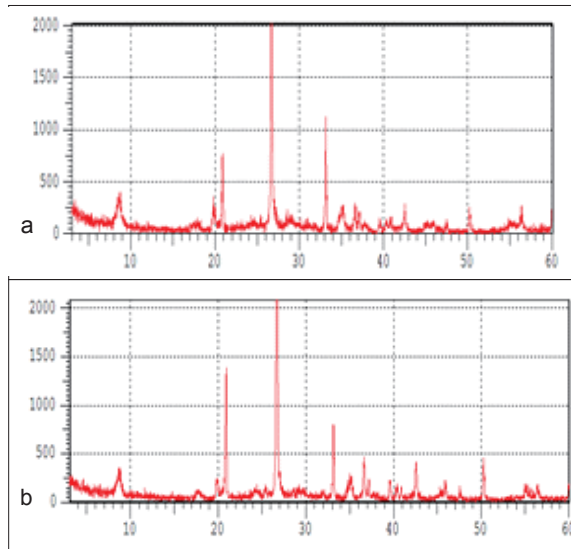
3. Analisis Difraksi Sinar-X (XRD)

Analisis XRD menggunakan alat RINT2000 *wide angle geniometer*, difraksi sinar X menggunakan Cu K α /40 kV/26 mA, dengan bentangan *scan* 2–65°, yang dilakukan di Laboratorium Fisika Mineral Puslit Teknologi Mineral dan Batubara - Bandung. Analisis XRD dilakukan pada lempung di zone alterasi pada lokasi LP-7 dan LP-10, sedangkan pola difraksi sinar X terlihat pada gambar 9.

Pola XRD mineral lempung pada lokasi LP-7 dan LP10 mempunyai kesamaan yang menandakan adanya kesamaan komposisi. Berdasarkan pola tersebut, kandungan

mineralnya meliputi :

- *Silicon oxide* (Kuarsa)
- *Iron sulfide* (Pirit)
- *Potassium aluminium silicate hydroxide* (muskovit)



Gambar 9. Pola XRD lempung pada zone alterasi lokasi LP-7 (a) dan LP-10 (b)

4. Analisis Kimia Mineral

Analisis kimia mineral dilakukan dengan menggunakan metode AAS di Laboratorium Pengujian Kimia-Fisika Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi Bandung, hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis tersebut

terlihat kadar Au tertinggi 2.068 ppb dan tidak semua urat silika mengandung Au tinggi, kadar terendah 50 ppb terdapat pada urat silika LP-10. Kadar Au rendah terdapat pada batuan ataupun silika dengan % kandungan Al_2O_3 dan K_2O relatif tinggi. Au rendah juga mempunyai korelasi dengan rendahnya Ag dan Pb.

5. Analisis Inklusi Fluida

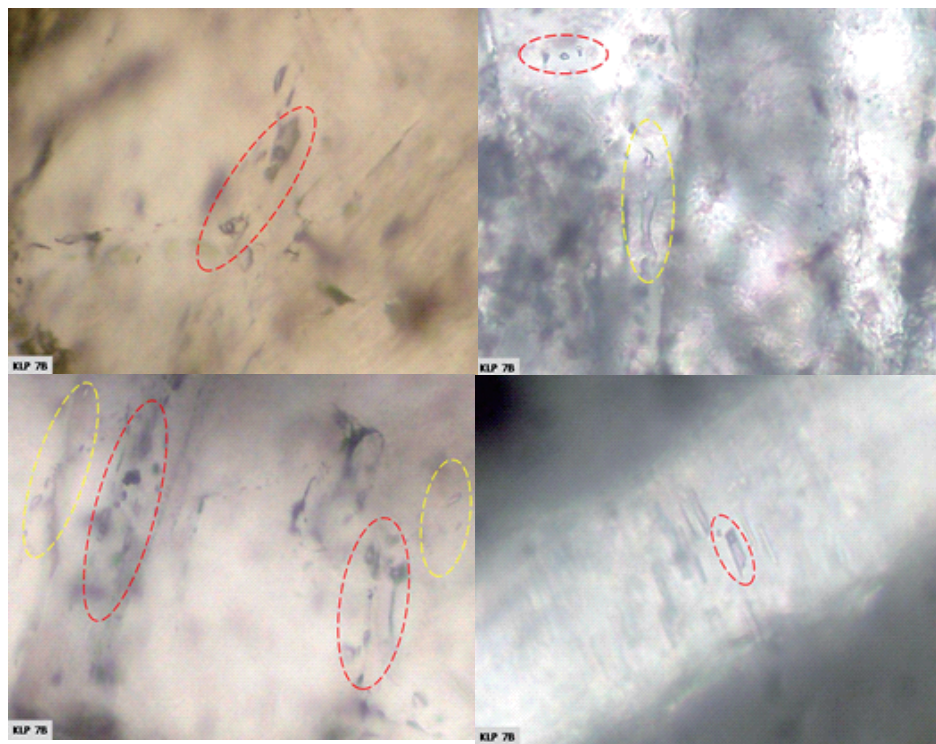
Analisis inklusi fluida dilakukan pada 3 (tiga) buah sampel mineral barit dan kuarsa yang dijumpai disekitar urat silika pada lokasi LP-7 (Gunung Bolong, Plampang Satu), LP-9 (Hargorejo) dan LP-24 (Sumorejo).

Urat kuarsa berasosiasi dengan barit, lokasi LP-7

Sampel disusun oleh kristal - kristal kuarsa berasosiasi dengan barit, mengisi celah dalam batuan sedimen klastik breksian. Kristal kuarsa berwarna keruh hingga bening berukuran relatif halus, umumnya kalsedonik. Kristal barit berwarna keruh *milky* dengan beberapa bagian bening. Pada kristal kuarsa dan barit sering dijumpai detritus mineral berukuran halus. Inklusi fluida hanya dijumpai pada kristal barit, umumnya bertipe fasa tunggal kaya air (tidak mengandung gelembung udara), berbentuk anhedral – subhedral memanjang, sebagian *necking*, tersebar secara acak tidak terorientasi (Gambar 10).

Tabel 1. Hasil analisis kimia batuan di daerah penelitian

No	Conto	Batuan	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Mg O %	Na ₂ O %	K ₂ O %	MnO %	H ₂ O %	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Au ppb	Ag ppm
1	LP 7	Zone alterasi argilik	66,97	5,75	3,25	0,05	0,09	0,03	0,96	0,01	0,34	12	97	26	1.183	5
2	LP 8	Vein silika	65,01	12,86	12,13	0,14	0,67	0,24	3,25	0,02	1,66	31	68	39	212	5
3	LP 10	Andesit terubah	56,50	15,27	5,43	7,46	2,14	0,15	3,12	0,16	0,28	73	74	67	50	3
4	LP 25	Vein silika	84,49	5,48	3,48	0,07	0,13	0,10	1,27	0,01	0,07	204	326	41	2.608	23
5	LP 24	Vein silika	59,10	7,18	14,80	0,09	0,14	0,03	0,77	0,02	0,12	3245	1870	294	1.318	39



Gambar 10. Foto mikroskop barit lokasi LP- 7, inklusi fasa ganda (lingkaran merah), inklusi fasa tunggal kaya air (lingkaran kuning).

Pada inklusi fluida fase ganda mineral barit dilakukan pengukuran mikrotermometri, dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.

Hasil pengukuran mikrotermometri inklusi fase ganda pada Barit

No Conto	LP 7
Host kristal	Barit
Tm (°C)	-2,1 ~ -1,8
Th (°C)	175 ~ 202
Mode Th (°C)	185
% WT NaCl	3,3 ~ 3,9
Kedalaman (m)	84,4 ~ 163,6
Tekanan (bar)	8,8 ~ 15,9

PEMBAHASAN

Alterasi dan mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian mempunyai intensitas lemah hingga sedang. Alterasi lemah diindikasikan oleh munculnya

mineral sulfida serta ubahan mineral lain dalam jumlah sedikit (<25%). Sedangkan alterasi menengah diindikasikan oleh munculnya zona alterasi silisifikasi hingga argilik yang diikuti oleh mineralisasi logam mulia, logam dasar dan sulfida, dengan volume mineral sekunder berkisar 25-75 %. Zona alterasi dengan intensitas menengah muncul pada lokasi LP 7, 8, 9, 10 di sekitar Plampang, Kokap serta lokasi LP 24 dan 25 di Desa Sumorejo, Bagelen.

Alterasi silisifikasi ditandai dengan munculnya urat dan *stockwork* silika-kuarsa yang diikuti oleh mineralisasi logam mulia (Au), barit dan sulfida serta lempung argilik di sekitarnya. Pembentukan urat silika-kuarsa yang diikuti mineralisasi Au umumnya mempunyai arah Timur Laut - Barat Daya dengan arah antara N 212 °E hingga N 230 °E. Zona alterasi dan mineralisasi juga terdapat di sekitar intrusi dasit Gunung Curug. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, analisis petrografi, analisis XRD, analisis kimia mineral dan inklusi fluida maka dapat disusun tabel asosiasi mineral pada zone alterasi (tabel 3) serta stabilitas mineral pada berbagai suhu pembentukan (tabel 4).

Tabel 3.
Asosiasi mineral yang terbentuk pada zona alterasi

Lokasi	Batuan Asal	ALTERASI	MINERALISASI			Analisis Kimia Mineral	Analisis Inklusi fluida
			Lapangan	XRD lempung	Analisis Petrografi		
LP-7	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- <i>Lattice</i> barit - Pirit, manganis - Urat silika, <i>vuggy</i> (N 100 °E/65) - Lempung	- Kuarsa - Pirit - Muscovite	- Sericite (ubahan plagioklas)	- Au:1183 ppb	- Th:175-202°C - h: 80 – 160 m
LP-8	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika N 212 °E/73 - Lempung argilik	- Kuarsa - Muscovite	- Sericite (ubahan plagioklas)	- Au: 212 ppb	-
LP-9	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 350 °E/85) - Lempung argilik	-	- Sericite (ubahan plagioklas)	-	- Th:157-180 °C - h : 50 – 100 m
LP-10	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 230 °E) - pirit - Lempung argilik	- Kuarsa - Pirit - Muscovite	- Plagioklas berubah kuat menjadi sericite	- Au: 50 ppb	-
LP-24	Andesit OAF	Silisifikasi	- barit - pirit - Urat silika, <i>vuggy</i> (N170 °E)	- Kuarsa	-	- Au:1318 ppb	- Th: 185-225°C - h : 80-290 m
LP-25	Andesit OAF	Silisifikasi, argilik	- Urat silika (N 220 °E/80) - Pirit - Lempung	- Kuarsa - Muscovite	-	- Au:2608 ppb	-

Survey lapangan dan analisis lab, 2011

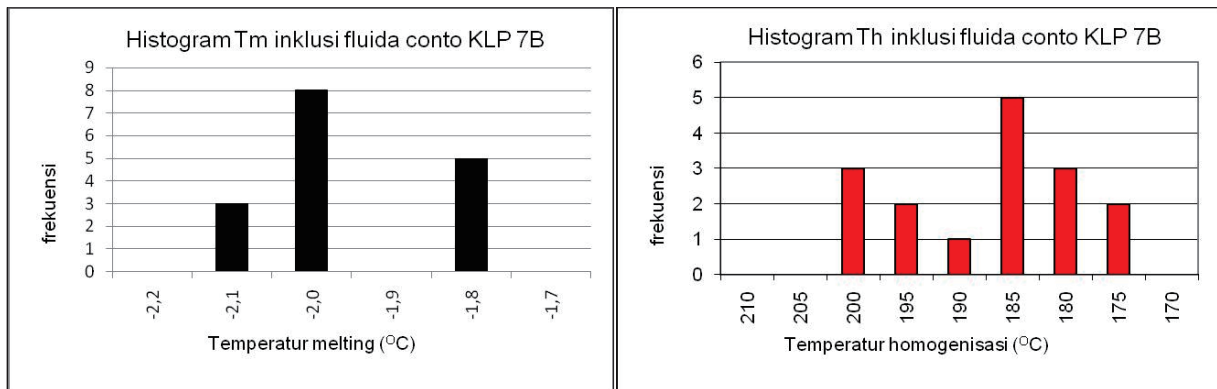
Tabel 4.
Stabilitas mineral pada berbagai suhu pembentukan (Morisson, 1977)

Mineral	0	100	200	300°C
Host: Andesit OAF				
Kuarsa				
Barit				
Pirit				
Muscovite				
Sericite				

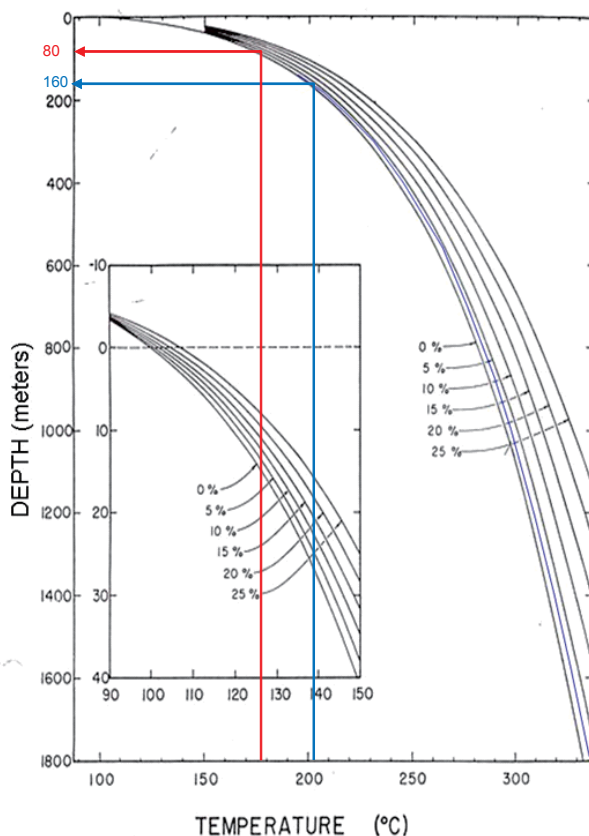
Berdasarkan data lapangan, dijumpai adanya mineral barit yang berasosiasi dengan silika-kuarsa. Barit merupakan mineral dengan stabilitas suhu antara 40 – 250°C, namun dengan dijumpainya struktur *bladed*, maka indikasi pembentukan mineral terjadi pada suhu dibawah *boiling level* (< 230°C). Data XRD lempung hasil alterasi disekitar urat kuarsa dijumpai adanya muskovit, kuarsa dan pirit yang mengindikasikan bahwa proses alterasi pembentukan lempung terjadi pada suhu tinggi antara 280-340°C (Morisson, 1977). Hal ini diperkuat dengan data petrografi dengan dijumpainya serisit dalam jumlah banyak sebagai hasil ubahan mineral plagioklas pada batuan andesit teralterasi.

Sedangkan berdasarkan data mikrotermometri inklusi fluida maka dapat dibuat histogram suhu peleburan dan homogenisasi (Gambar 11). Suhu peleburan berkisar -2,1 s/d – 1,8°C dimana modenya

pada -2°C. Suhu homogenisasi berkisar antara 175 – 200°C dengan mode pada suhu 185°C. Kandungan NaCl : 3,3 – 3,9 % berat, Inklusi umumnya berfasa tunggal, namun terdapat juga beberapa inklusi fasa ganda yang dapat diukur suhu miktotermometrinya. Inklusi umumnya juga sudah mengalami *necking* yang menandakan adanya proses tektonik sehingga cenderung akan merusak inklusi yang ada. Pengukuran mikrotermometri memberikan kisaran suhu homogenisasi antara 175°C hingga 202°C, suhu ini masih di bawah suhu pembentukan mika/serisit namun masuk di dalam suhu stabilitas mineral barit. Berdasarkan data kandungan NaCl dan suhu homogenisasi maka dapat ditentukan posisi pembentukan mineral menggunakan kurva Hass (1971). Posisi pembentukan mineral diperkirakan terjadi pada kedalaman 80 – 160 m di bawah permukaan tanah (Gambar 12).



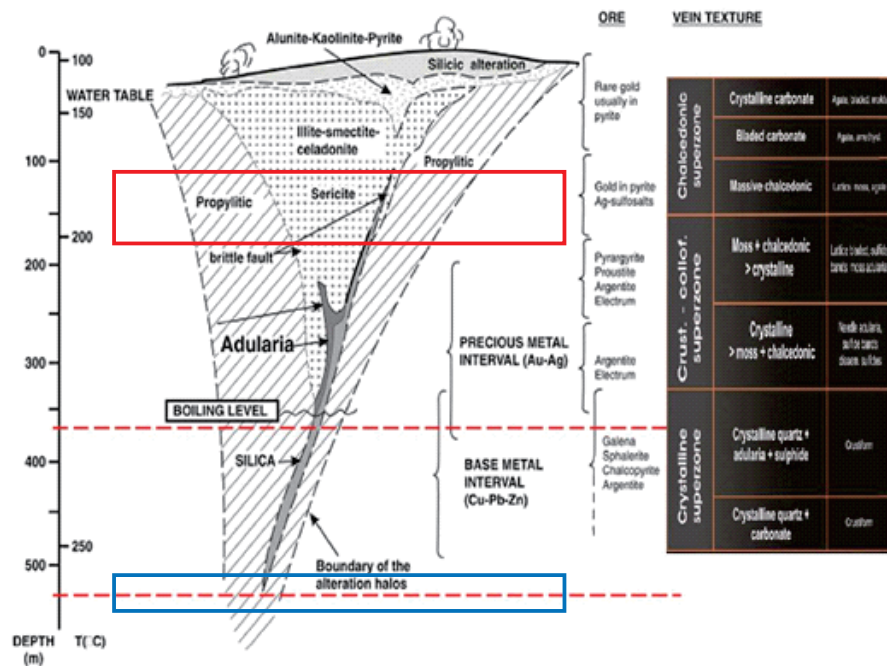
Gambar 11. Histogram Tm dan Th sampel LP 7B, Tm didominasi suhu -2,0°C, Th memperlihatkan satu mode pada suhu 185°C.



Gambar 12. Hasil pengeplotan suhu homogenisasi LP-7.B, pada kurva Hass 1971

Berdasarkan data asosiasi mineral yang didapat di lapangan, data analisis petrografi, data analisis XRD, dan data inklusi fluida, maka proses alterasi diperkirakan terjadi dalam 2 tahap. Pada tahap pertama terjadi alterasi hidrotermal pada suhu tinggi antara 280 – 340°C sehingga mengubah mineral felspar menjadi serisit serta pembentukan mineral sulfida, logam dasar dan logam mulia. Terbentuknya mineral serisit dalam jumlah signifikan

menandakan bahwa larutan hidrotermal bersifat netral pada sulfida rendah, hal ini juga diikuti oleh pembentukan struktur *banded* ataupun *colloform-crustiform* pada urat kuarsa. Pada tahap kedua, terjadi sirkulasi air tanah yang bercampur dengan larutan hidrotermal sehingga suhunya turun dan terjadi proses alterasi pada suhu yang lebih rendah di sekitar *boiling level* pada suhu 175 – 202°C. Proses alterasi pada tahap dua ini akan menghasilkan pembentukan mineral barit, sulfida dan logam mulia. Alterasi pada tahap kedua diperkirakan terjadi pada kondisi sulfida rendah sehingga memunculkan asosiasi mineral barit, pirit dan kuarsa. Barit merupakan mineral yang terbentuk pada kondisi basa sulfida rendah. Menurut Hedenquist J. W., dan White N. C., (1995) mineralisasi yang terbentuk pada sulfida tinggi terjadi pada kondisi asam yang dicirikan dengan mineralisasi alunit, kaolinit, pirofillit, diaspor. Sedangkan mineralisasi pada sulfida rendah terjadi pada kondisi netral disertai mineralisasi *illite-sericite* dan *illit-smectite* dengan struktur *crustiform-colloform*. Alterasi tahap pertama diperkirakan terjadi pada kedalaman lebih dari 500 m, sedangkan tahap kedua pada kedalaman 100 – 160 m. Model konseptual mineralisasi-nya dapat dilihat pada Gambar 13. Gunung Agung serta beberapa gunung lainnya merupakan intrusi andesit yang terjadi pada kala Oligosen Akhir – Miosen Tengah sekitar 29.67 – 22.35 juta tahun lalu. Andesit menerobos Formasi Andesit Tua dan Formasi Nanggulan yang diperkirakan terjadi pada beberapa tahap. Sedangkan intrusi Dasit Gunung Curug berumur 8,1 juta



Gambar 13. Model konseptual pembentukan urat kuarsa dan barit di daerah penelitian (Buchanan, 1981)

tahun lalu mengintrusi Andesit Gunung Agung. Terjadinya dua kali proses intrusi ini diperkirakan berpengaruh kuat terhadap proses mineralisasi yang lebih intensif di sekitar Gunung Agung, hal ini juga ditandai dengan meningkatnya kadar Au disekitar LP-24 dan LP-25 yang berada disekitar intrusi dasit.

KESIMPULAN

Alterasi yang berkembang di sekitar Gunung Agung adalah silisifikasi dan argilik

dengan tingkat ubahan lemah. Mineralisasi emas berkadar rendah (50 – 2608 ppb), dengan asosiasi mineral barit dan sulfide. Diperkirakan terbentuk dalam dua pada suhu 40 – 250°C dan 280°C – 340°C, bertipe mineralisasi sulfida rendah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga terlaksananya semua penyelidikan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin S., Handoyo, A., Pratistho, B., Gafoer, S., 1992, Geologi Lembar Banyumas, skala 1 : 100,000. Puslitbang Geologi, Bandung
- Bemmelen, R.W., 1949. Geology of Indonesia. vol. IA, Martinus Nijhoff, the Hague, pp. 637-647.
- Buchanan, L.J., 1981. Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest Arizona. Geological Society Digest, 14, p.237-262.
- Budiadi E, 2008. Peranan Tektonik Dalam Mengontrol Geomorfologi Daerah Pegunungan Kulon Progo, Disertasi Doktor Ilmu Geologi, UNPAD, Bandung, Tidak dipublikasikan
- Hedenquist J. W., White N. C., 1995, Epithermal Gold Deposit : Style, Characteristics and Implication, Society of Economic Geologists, Newsletter no 23, p.1, 9 – 13.
- Harjanto, A., 2008; Magmatisme dan Mineralisasi di Daerah Kulonprogo; Disertasi Doktor Teknik Geologi, ITB, Bandung, tidak dipublikasikan.
- Soeria Atmaja R., Maury R.C., Bellon H., Pringgoprawiro H., Polve M., and Priadi B., 1994, "The Tertiary Magmatic Belt in Java" Journal of South East Asian Earth Sciences, Vol 9, No 1/2, p 13 – 27
- Sutanto 2000. Batuan Vulkanik Daerah Kulon Progo, geokronologi dan geokimia, Buletin Tekmira Nomor 14.
- Rahardjo, W., Sukandarrumidi, & Rosidi, H.M.S. 1995. Peta Geologi Lembar Yogyakarta skala 1 : 100,000. Puslitbang Geologi, Bandung

- Morrison, 1977, Important Hydrothermal Minerals and Their Significance, 7 ed, Kingston Morisson Ltd, New Zealand
- Haas, J. L., Jr., 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. Economic Geology 66, pp. 940-946.

Diterima tanggal 7 Mei 2013 Revisi tanggal 8 Agustus 2013
--

HUBUNGAN KANDUNGAN MINERAL KUARSA DAN MINERAL LAINNYA DENGAN SEDIMEN DASAR LAUT DI KEPULAUAN ARUAH PROVINSI RIAU

Oleh:

Deny Setiady dan Ediar Usman

Puslitbang Geologi Kelautan

Jalan DR. Junjuran No. 236, Bandung 40174

SARI

Secara geologi perairan Selat Malaka, termasuk dalam kawasan granit Sumatera bagian barat sebagai satu rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka – Belitung. Berdasarkan hal tersebut maka perairan tersebut kemungkinan kaya dengan potensi mineral-mineral letakan yang bernilai ekonomis. Tujuan penulisan paper ini adalah mengetahui hubungan kandungan mineral dengan sedimen dasar laut yang ada di daerah penelitian.

Berdasarkan analisis besar butir, sedimen yang terdapat di dasar laut daerah perairan Kepulauan Aruah adalah: pasir lanauan (zS) Pasir lempungan (cS), lanau pasiran (sZ), Lanau Lempungan (cZ), lempung lanauan (zC) serta lempung (C).

Berdasarkan analisis mineral, mineral di daerah penelitian terdiri dari kuarsa dengan kandungan antara 60 – 80%. Mineral lainnya adalah zirkon, cassiterite, hematit, magnetit, limonit, biotit dan dolomit.

Endapan letakan pada sedimen permukaan dasar laut secara mekanik umumnya terkonsentrasi oleh sungai dan proses laut. Mineral kuarsa dan mineral berat adalah mineral yang merupakan endapan letakan yang berasal dari pelapukan batuan dan tertransport.

Kata kunci: Aruah, dasar laut, kuarsa, Mineral, dan sedimen.

ABSTRACT

According to the geological setting of Malaka strait, the study area is part of western Sumatera granite as tin islands series layout from Thailand terrain to Malaysian Peninsula up to Bangka – Belitung Islands. Based on this condition, the study area has possibility to contain economic placer deposits. The objective of this paper is to outline the relationship between mineral content and surficial sediment in study area.

Based on grain size analysis, sediment in Aruah waters consists of silty sand, clayey sand, sandy silt, clayey silt, Silty clay and clay.

Based on mineral analysis, mineral in the study area consists of quartz with 60% - 80% content. Other minerals are zircon, cassiterite, hematite, magnetite, limonite, biotite and dolomite.

Placer deposits in surficial sediment are mechanically concentrated by alluvial marine processes. The quartz and heavy minerals occurred in the placer deposit and derived from the transported material from rock weathering.

Keyword: Aruah, sediment, placer deposit, seabed, quartz

PENDAHULUAN

Bahan galian merupakan salah satu dari banyak jenis sumber daya alam yang berpotensi untuk meningkatkan perekonomian suatu daerah. Penyelidikan bahan galian sampai saat ini belum

dilakukan secara optimal, baik terhadap kandungan mineral utamanya maupun terhadap kandungan sekundernya. Sebagai contoh endapan bahan galian pasir yang ditemukan pada saat ini belum mempunyai nilai yang ekonomis dilihat dari jumlah pasirnya, namun apabila dilihat dari

kandungan mineralnya, kemungkinan akan menjadi sesuatu yang potensial untuk ditambah di masa yang akan datang.

Daerah penelitian merupakan daerah yang strategis karena posisinya berada pada jalur pelayaran internasional dan berbatasan dengan negara tetangga Malaysia. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan wilayah perbatasan adalah potensi energi dan sumber daya mineral. Berdasarkan UU No. 4 tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara atau yang dikenal dengan UU Minerba, yang telah disahkan dan diundangkan awal tahun 2009 mengamankan dengan jelas peluang dilakukannya penyelidikan dan atau eksplorasi umum kemineralan di wilayah perairan mulai dari 4 mil hingga 12 mil dari pantai ke arah laut. Selanjutnya, dalam rangka mewujudkan semangat UU No 43 Tahun 2008 tentang Wilayah Negara, bahwa negara juga memiliki hak-hak berdaulat di dalam dan di luar wilayah kedaulatannya dan kewenangan tertentu lainnya untuk dikelola dan dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kesejahteraan dan kemakmuran rakyat Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan berbagai kajian dan inventarisasi sumber daya alam, khususnya potensi sumberdaya mineral di wilayah laut nasional dan di daerah-daerah perbatasan.

Saat ini, belum seluruh wilayah perairan nasional dan daerah perbatasan telah diketahui potensi mineral, sehingga menyulitkan dalam penetapan kebijakan pengelolaan dan pemanfaatannya. Salah satu aspek penting dalam penentuan dan pengelolaan batas di laut adalah aspek kelanjutan alamiah daratan induknya ke arah laut dan potensi sumber daya mineral hingga ke batas Negara. Daerah penyelidikan termasuk daerah penting dan berpotensi terhadap keberadaan bahan galian yang indikasi keberadaannya dapat terbentuk dari pengendapan asal daratan Sumatera, dan asal pulau-pulau granit yang banyak mengandung mineral-mineral penting.

Daerah penelitian merupakan daerah selat dimana pola arus yang berkembang dipengaruhi arus yang berasal dari darat dan arus yang berasal dari laut lepas yang masuk membentuk satu alur di sekitar perairan Kepulauan Aruah. Gelombang dan arus pasang yang datang dari laut lepas ketika mencapai perairan

dangkal akan mengalami beberapa perubahan, yaitu kecepatan arus tertahan, panjang gelombang berkurang, dan energi terkumpul pada area yang lebih kecil, dan sempit serta tinggi gelombang bertambah. Pengaruh yang dapat dilihat di daerah penyelidikan berupa energi arus yang sangat kuat yang menggerus sedimen permukaan dasar laut membentuk alur-alur kedalaman dan pola sebaran endapan pasir permukaan.

Secara geografis, Kep. Aruah merupakan wilayah terluar dan secara administrasi termasuk dalam wilayah Kabupaten Rokan Hilir dan berada di ujung utara berbatasan dengan perairan Provinsi Sumatera Utara. Daerah penelitian termasuk dalam perairan Kecamatan Pasirlimau Kapas, Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau dan merupakan kepulauan terluar yang berbatasan dengan perairan Malaysia..

Kepulauan Aruah meliputi beberapa gugusan pulau, antara lain: Pulau Jemur, Pulau Tukongmas, Pulau Labuan Bilik, Pulau Batuadang, Pulau Batu Belayar, Pulau Tukong Simbang, Pulau Tukong dan Pulau Batumandi. Pulau Batuadang dan Pulau Batumandi merupakan pulau terluar yang berbatasan dengan Malaysia. (Gambar 1).

Tujuan penulisan paper ini adalah mengetahui keberadaan dan hubungan kandungan mineral kuarsa dan mineral lainnya dengan sedimen dasar laut yang ada di daerah penelitian.

Secara geologi perairan Selat Malaka, termasuk dalam kawasan granit Sumatera bagian barat sebagai satu rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka - Belitung. Jalur timah ini dikenal sebagai *Tin Belt of Sumatera* (Bachelor, B.C., 1983,) (Gambar 1).

Berdasarkan kondisi geologi yang demikian, maka perairan tersebut kemungkinan kaya dengan potensi mineral-mineral letakan (*placer mineral*) yang bernilai ekonomis. Mineral-mineral letakan tersebut berasal dari batuan granit pada pulau-pulau timah yang terdapat di perairan Selat Malaka yang telah mengalami deformasi dan pelapukan. (Cameron, N.R, 1982). Batuan beku granit di Selat Malaka dan pulau-pulau sekitarnya merupakan kesatuan batuan granit yang terdapat di semenanjung Malaysia yang melampar hingga ke Kalimantan Barat. Ciri-ciri batuan

beku granit ini adalah: berwarna abu-abu kemerahan hingga kehijauan, berbutir kasar dengan komposisi feldspar, kuarsa, hornblende dan biotit. Mineral utama umumnya adalah bertekstur primer dan membentuk suatu pluton batholit yang tersingkap dengan baik di daratan pulau-pulau di Selat Malaka. (Bachelor, B.C., 1983).

Metoda Penelitian

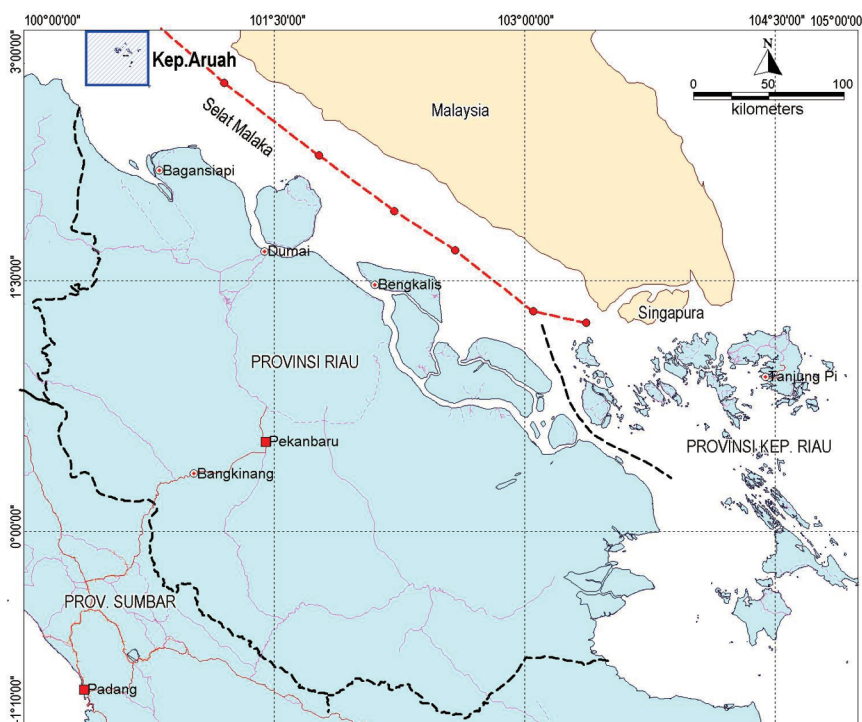
Metoda penelitian terdiri dari: positioning, sampling sedimen (pantai, dan dasar laut), penelitian batimetri (kedalaman laut), dan analisis besar butir serta analisis kandungan mineral.

Metoda positioning pada penelitian ini adalah untuk mengetahui posisi kapal sepanjang lintasan penelitian. Metoda ini mempergunakan peralatan *Global Positioning System* (GPS) GARMIN-GPS 75 dan GARMIN-GPS 235 dengan kecepatan kapal rata-rata 4 knot/jam. Data posisi dikelola secara otomatis dan direkam pada record data, selanjutnya pemrosesan dilakukan dengan sistem komputer menggunakan program HYPACK. Beberapa peralatan yang digunakan dalam penentuan posisi kapal adalah: antenna penerima GPS; satellite navigator, Garmin GPS - 235; HYPACK, Tracking monitor, Magnavox;

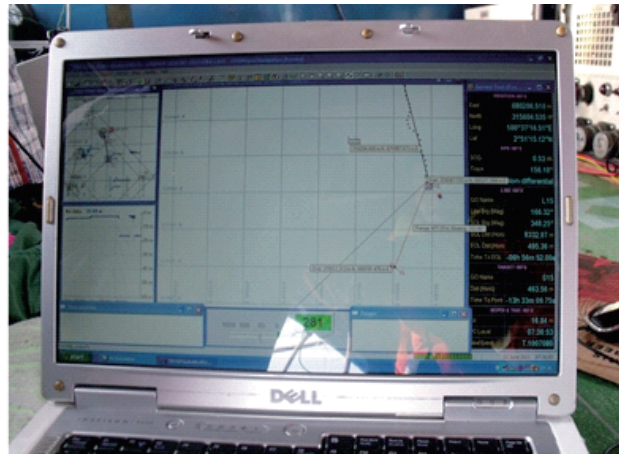
(Gambar 2). Pada penelitian ini juga dipergunakan peralatan penentu posisi secara manual dengan peralatan GPS Map.

Lokasi pengambilan sampling sedimen dasar laut ditentukan berdasarkan kondisi geologi dan oseanografi di daerah penelitian. Untuk mendapatkan gambaran umum penyebaran sedimen, lokasi yang dipilih dilakukan secara grid dan sistematis, sehingga penyebaran sedimen akan benar-benar mencerminkan kondisi daerah penelitian. Pengambilan contoh sedimen dasar laut dilakukan dengan menggunakan peralatan percontoh jatuh bebas (*gravity corer*) dan/atau percontoh comot (*grab sampler*) yang disesuaikan dengan kondisi laut (Gambar 3 dan 4). Contoh sedimen permukaan dasar laut tersebut dianalisis menggunakan metoda besar butir, megaskopis dan foto mikroskopis untuk menentukan jenis sedimen dan jenis mineral.

Pengukuran kedalaman dasar laut (batimetri) dipergunakan untuk mendapatkan kedalaman permukaan dan dasar laut, serta dapat menggambarkan morfologi dasar laut berdasarkan prinsip-prinsip penjalaran gelombang. Pengukuran dilakukan secara analog, dimana data yang diperoleh direkam secara grafis dan digital.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Kepulauan Aruah, Provinsi Riau.



Gambar 2. Layar monitor untuk memantau posisi kapal dan lintasan penelitian di perairan Kep. Aruah.



Gambar 3. Peralatan *gravity corer* pengambilan contoh inti sedimen di dasar laut.



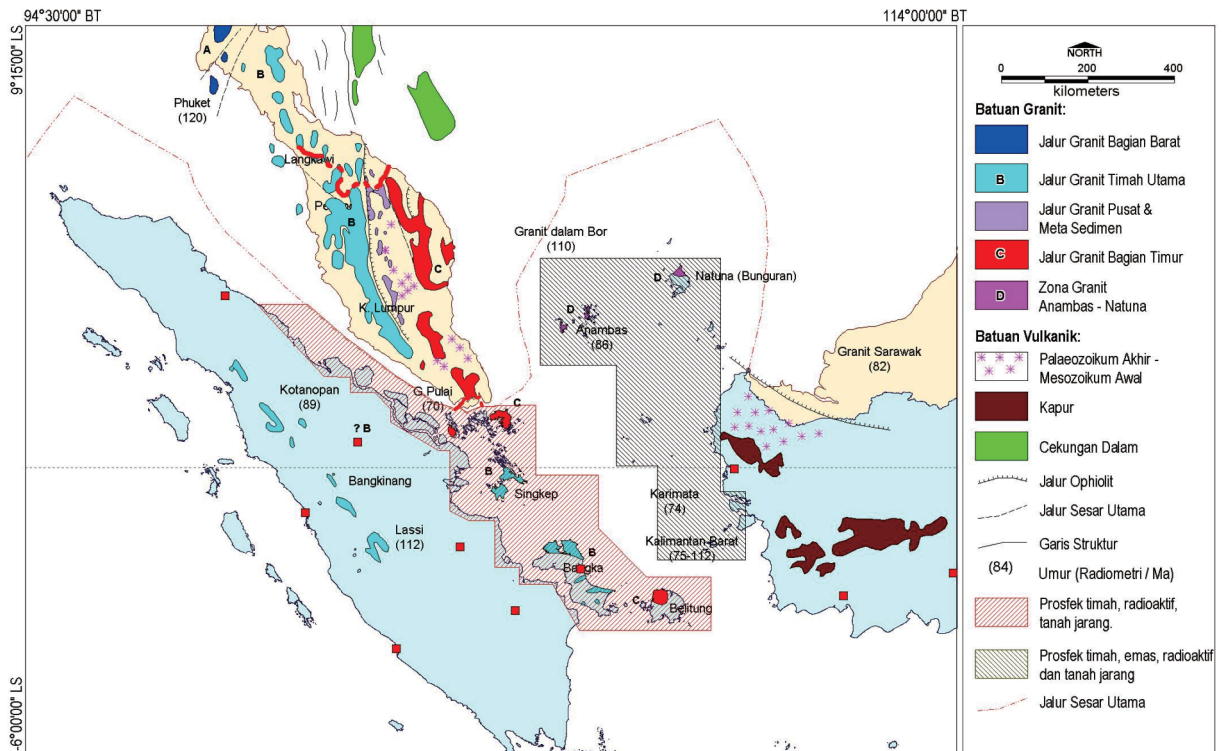
Gambar 4. Peralatan grab sampler untuk pengambilan pasir sedimen di dasar laut.

Data ini diharapkan akan dapat memberikan gambaran tentang morfologi dasar laut yang bermanfaat dalam mendukung perencanaan dan pengambilan potensi sumber daya mineral. Data kedalaman yang diperoleh tersebut dikoreksi dengan data pasang surut (*mean sea level*) untuk mendapatkan data kedalaman terkoreksi.

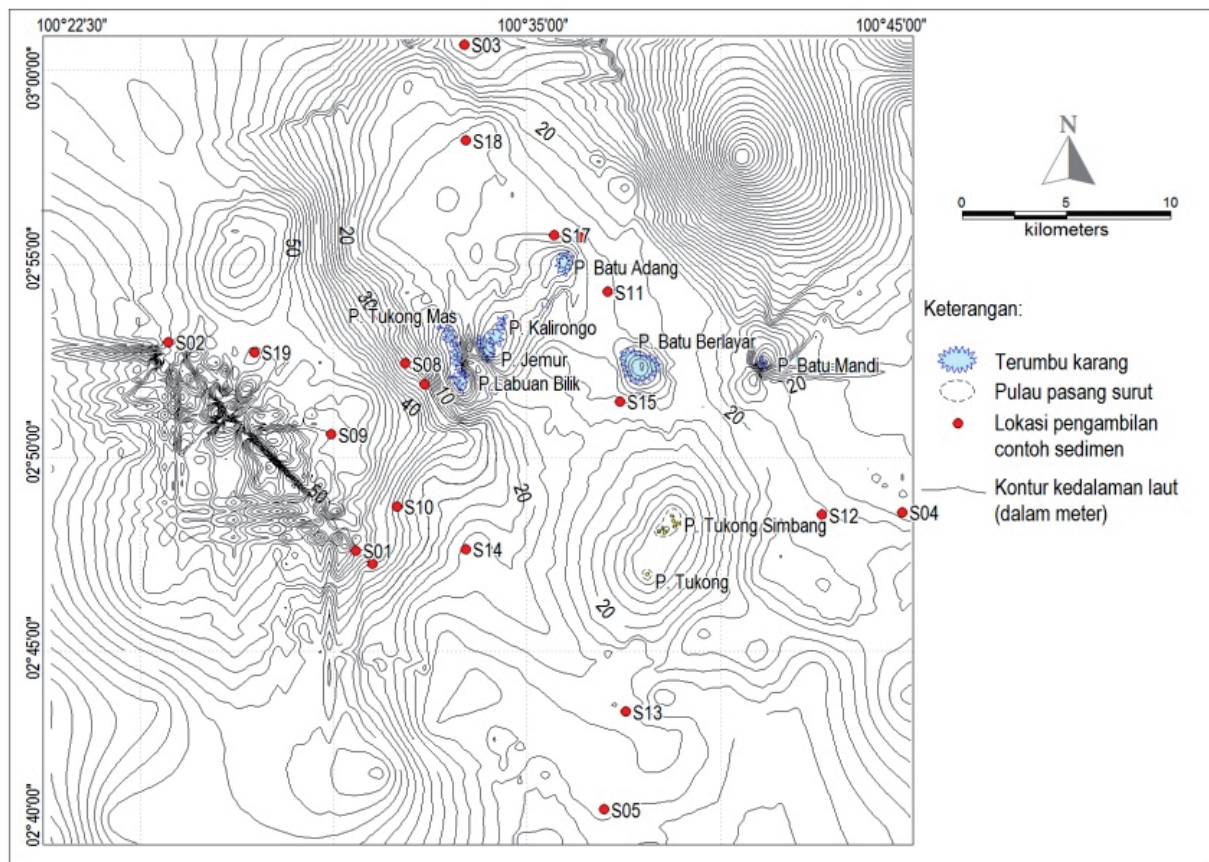
Besar butir sedimen dasar laut disusun berdasarkan analisis baku dalam penelitian geologi kelautan dengan memperhatikan parameter persentase dari kandungan butiran. Data tersebut diolah secara digital dengan perangkat komputer untuk mendapatkan beberapa parameter,

antara lain: persentase lempung (lumpur), lanau, pasir dan kerikil. Selanjutnya, pemisahan besaran lempung, lanau, pasir dan kerikil akan diperoleh klasifikasi tekstur sedimen dasar laut guna menyusun Peta Sebaran Sedimen Dasar Laut.

Analisis mineral berat dilakukan dengan menggunakan larutan berat bromoform BJ 2,88. Adapun kandungan tiap mineral berat (dalam persen) tiap lokasi diperoleh berdasarkan hasil perkalian antara perbandingan jumlah mineral yang bersangkutan terhadap jumlah keseluruhan mineral berat yang ada dengan persen total mineral berat.



Gambar 6. Peta Geologi Perairan Selat Malaka dan selitarnya (dimodifikasi dari Batchelor, 1983; Usman dan Subandrio, 2009).



Gambar 6. Peta Batimetri Perairan Selat Malaka dan selitarnya (dimodifikasi dari Batchelor, 1983; Usman dan Subandrio, 2009).

HASIL PENELITIAN

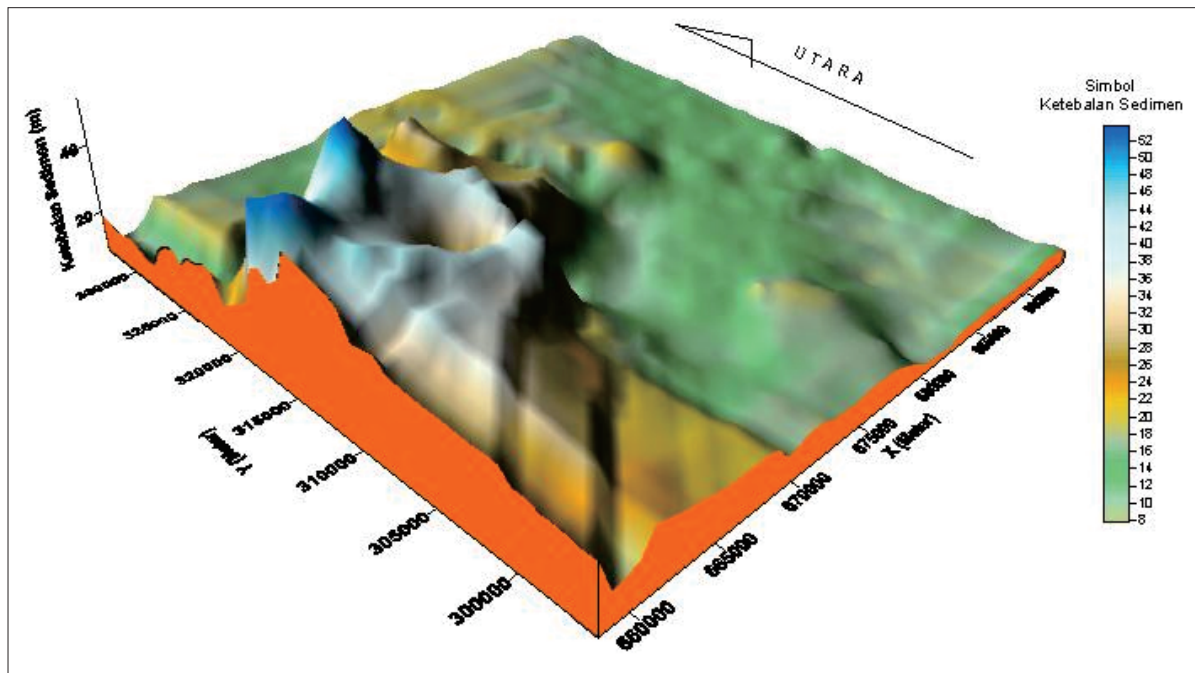
Kedalaman Dasar Laut

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman dasar laut di perairan Kepulauan Aruah dan sekitarnya menunjukkan kedalaman minimum terdapat di sekitar garis pantai dan terdalam terdapat di sekitar daerah bagian barat Pulau Labuan Bilik dan utara Pulau Batu Mandi (Gambar 7).

karena morfologi nya yang curam

Morfologi Paparan

Morfologi paparan merupakan morfologi dengan permukaan yang landai dan hampir datar. Morfologi ini berkembang di sekitar Pulau Labuan Bilik dan Pulau Jemur. morfologi paparan berkembang sebagai hasil proses transportasi sedimen dari arah puncak pulau-pulau kecil ke arah



Gambar 7. Blok Diagram Kedalaman dasar laut dalam penentuan morfologidasar laut Perairan Selat Malaka dan selitarnya

Sedangkan berdasarkan blok diagram 3D (gambar-4), secara umum, morfologi di perairan Kepulauan Aruah dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: morfologi lembah bergelombang, morfologi paparan dan morfologi kawasan pantai.

Morfologi Lembah Bergelombang

Morfologi lembah bergelombang ini berkembang di bagian barat Pulau Labuan Bilik ke arah selatan dan timur. Lembah terdalam terdapat di utara Pulau Batu Mandi dan bagian barat Pulau Labuan Bilik. Bagian yang lain umumnya bergelombang dengan kedalaman berkisar antara 10 - 50 meter, dan lembah terdalam membentuk pola bulat-memanjang dengan kedalaman antara 50 - 80 meter di bawah permukaan laut. Pada daerah ini sedimen jarang terendapkan

laut mengisi lembah-lembah di sekitar gugusan pulau-pulau kecil. Kedalaman paparan berkisar antara 10 - 30 meter di bawah permukaan laut.

Morfologi Kawasan Pantai

Morfologi Kawasan Pantai merupakan morfologi dataran pantai yang mengitari pantai hingga kedalaman laut kurang dari 5 meter. Morfologi ini pada saat air laut surut membentuk kawasan yang luas. Morfologi kawasan pantai dibentuk oleh proses interaksi antara proses geologi (erosi, sedimentasi dan transportasi) dan proses laut (pengendapan).

Secara umum kedalaman dasar laut di daerah penelitian berkisar antara 5 - 55 meter; dimana dari 0 meter di sekitar pulau dan semakin dalam ke arah lepas pantai.

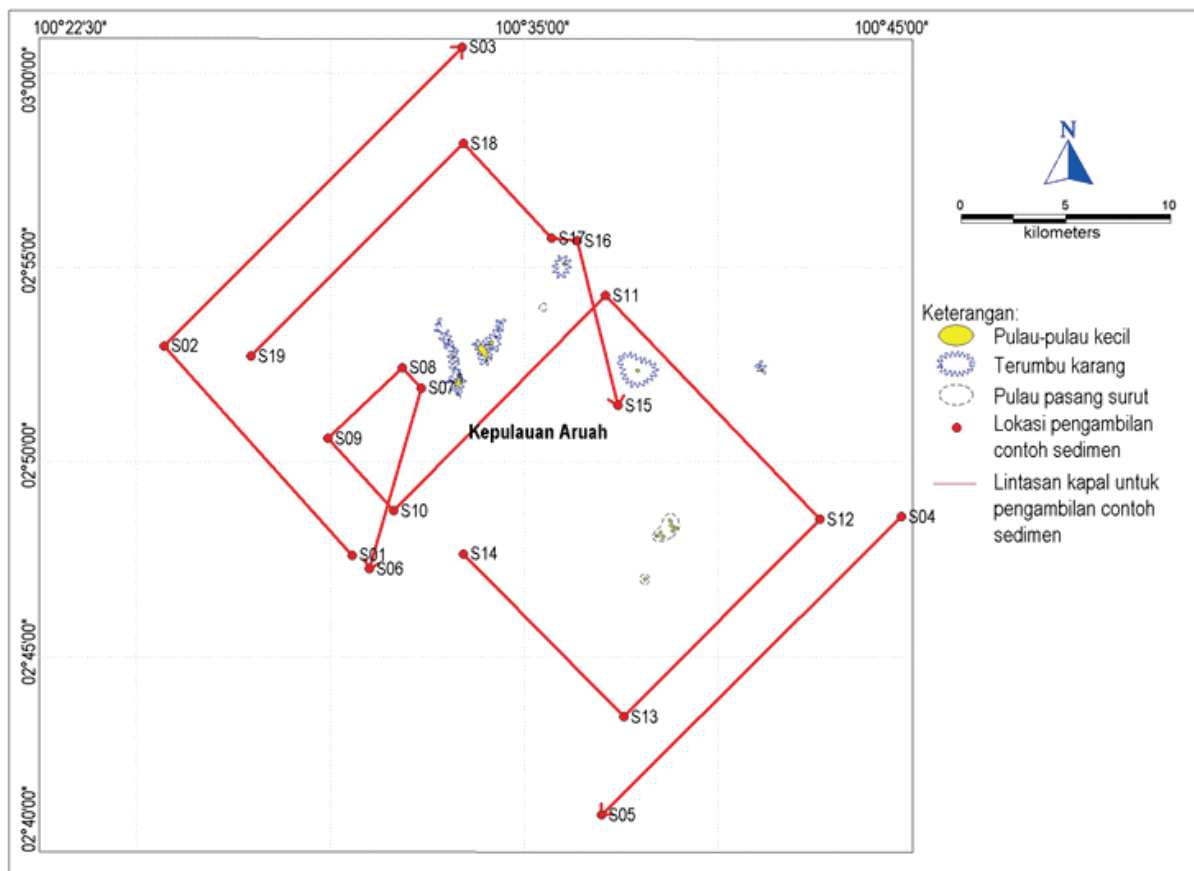
Secara regional kedalaman dasar laut dari selatan ke utara semakin dalam, dimana bagian terdalam terdapat di bagian utara P. Batu Adang ke arah bagian tengah Selat Malaka.

Pengambilan Contoh Sedimen Dasar Laut

Jumlah contoh sedimen permukaan dasar laut sebanyak 19 contoh (gambar 8), terdiri dari pengambilan contoh menggunakan peralatan *gravity corer* (GC) berjumlah 8 contoh, *grab sampler* (GS) berjumlah 11 contoh dan 3 contoh pantai. Berdasarkan analisis besar butir sedimen permukaan dasar laut dan sedimen pantai di perairan Kepulauan Aruah diperoleh jenis dan satuan sedimen permukaan dasar laut dan pantai sebagai berikut: yaitu pasir lanauan, pasir lempungan, lempung, lempung lanauan, lanau pasiran, dan lanau

lempungan. Secara detail terdapat pada Tabel 2.

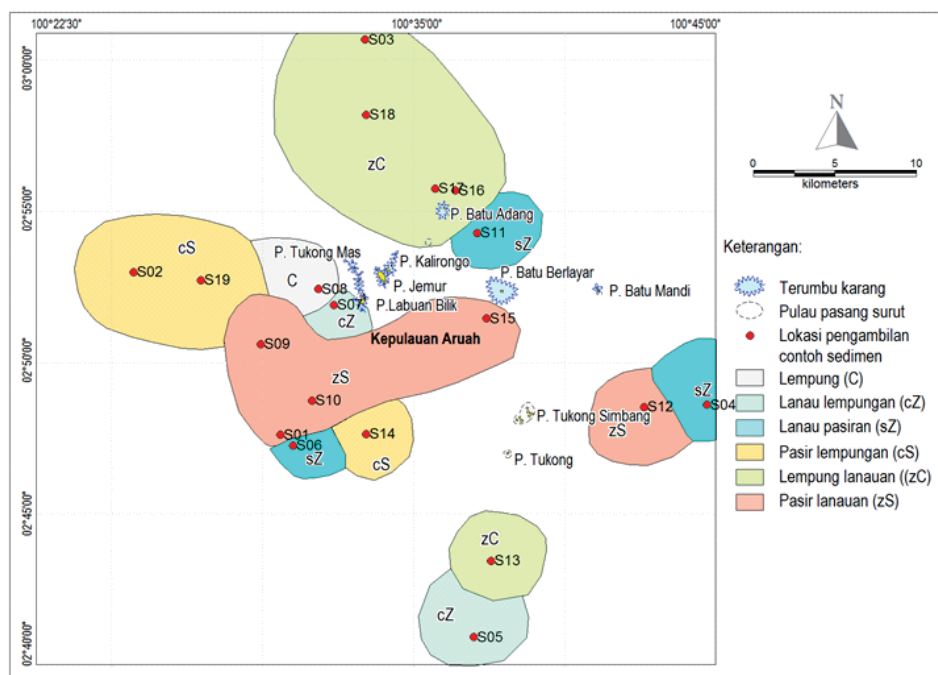
Berdasarkan analisis besar butir, kemudian dimasukkan ke dalam tabel ukuran butir (skala Wentworth, 1922) dan penamaan sedimen berdasarkan Folk (1980), umumnya ukuran butir bervariasi mulai lempung (ukuran 0,0039 mm) sampai pasir kasar (ukuran 1,41 mm). Ukuran terkecil di daerah penelitian adalah lempung sampai lempung lanauan dan ukuran butir terbesar adalah pasir. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, dapat dikelompokkan menjadi beberapa satuan, yaitu: lempung (C), lanau lempungan (cZ), lanau pasiran (sZ), pasir lempungan (cS), lempung lanauan (zC) dan pasir lanauan (zS). dan dibuat peta sebaran sedimen (gambar 9). Sedangkan berdasarkan analisis besar butir di daerah pantai umumnya adalah sedimen pasir.



Gambar 8. lintasan kapal dan lokasi pengambilan contoh sedimen dasar laut di Kepulauan Aruah.

Tabel 1.
Hasil pengambilan contoh sedimen dan analisis besar butir sedimen.

No.	Kode Contoh	Alat	Kedalaman Laut (m)	Panjang Contoh (Cm)	Koordinat		Keterangan
S1.	KA-01	GS	49,9	-	100,510°E	2,79347°N	Pasir lanauan
S2.	KA-02	GS	50,6	-	100,429°E	2,88310°N	Pasir lempungan
S3.	KA-03	GS	34,3	-	100,556°E	3,01107°N	Lempung lanauan
S4.	KA-04	GS	25,2	-	100,745°E	2,81001°N	Lanau pasiran
S5.	KA-05	GS	13,5	-	100,616°E	2,68222°N	Lanau lempungan
S6.	KA-06	GC	42,6	90	100,517°E	2,78772°N	Lanau pasiran
S7.	KA-07	GC	31,4	76	100,539°E	2,86505°N	Lanau lempungan
S8.	KA-08	GC	27,7	113	100,531°E	2,87380°N	Lempung
S9.	KA-09	GC	54,9	43	100,499°E	2,84344°N	Pasir lanauan
S10.	KA-10	GC	33,5	74	100,527°E	2,81246°N	Pasir lanauan
S11.	KA-11	GC	13,9	109	100,618°E	2,90468°N	Lanau pasiran
S12.	KA-12	GC	22,1	76	100,710°E	2,80883°N	Pasir lempungan
S13.	KA-13	GC	16,5	98	100,626°E	2,72419°N	Lempung lanauan
S14.	KA-14	GS	19,2	-	100,557°E	2,79406°N	Pasir lempungan
S15.	KA-15	GS	14,5	-	100,623°E	2,85759°N	Pasir lanauan
S16.	KA-16	GS	12,9	-	100,606°E	2,92807°N	Lempung lanauan
S17.	KA-17	GS	13,4	-	100,595°E	2,92916°N	Lempung lanauan
S18.	KA-18	GS	11,4	-	100,557°E	2,96972°N	Lempung lanauan
S19.	KA-19	GS	51,6	-	100,466°E	2,87865°N	Pasir lempungan
S20.	KA-20	-	P.Sarong Alang	-	100.555°E	2.86822°N	Pasir (Pantai)



Gambar 9. Peta penyebaran sedimen permukaan dasar laut di perairan Kepulauan Aruah, Provinsi Riau

Sumber Daya Mineral

Contoh sedimen yang dianalisis adalah contoh yang mengandung komposisi ukuran pasir lempungan sampai pasir, dilakukan dengan menggunakan mikroskop untuk persentase kandungan butiran mineral. Berdasarkan analisis mineral yang dilakukan di laboratorium terhadap 11 sampling sedimen permukaan dasar laut untuk dianalisa mineral beratnya, didapatkan delapan jenis mineral yang terdiri dari kuarsa, Magnetit, Kasiterit, Zirkon, hematite, limonit, biotit dan dolomite. (Tabel-2), mineral tersebut secara deskripsi terdiri dari:

Kuarsa (SiO_2) di dapatkan diseluruh contoh yang dianalisa. Kuarsa adalah mineral yang sangat umum terdapat pada kerak bumi dan merupakan mineral yang sangat penting dalam pembentukan batuan beku. Di beberapa tempat terdapat pasir yang mengandung kuarsa antara 60- 80%. Kuarsa, umumnya bening, tetapi kadang-kadang putih kekuningan. Beberapa kuarsa digunakan sebagai batu perhiasan, pembuat gelas (Herbert S. Zim, 1978).

Magnetit (Fe_3O_4), termasuk group oksida, Hitam agak kebiruan, membulat, kilap submetalik, sepintas mirip ilmenit , tetapi agak buram, magnetit terbentuk dibawah kondisi yang agak lemah dibanding hematit dan terjadi berupa endapan bijih. terjadi pada beberapa tipe batuan magmatik, pegmatit, kontak metasomatik berat jenis 5.2. Magnetit digunakan sebagai campuran pada besi, dan baja Di daerah penyelidikan magnetit terdapat pada seluruh contoh sedimen permukaan dasar laut dengan kandungan terbesar pada S-12 B sebesar 5% .

Kasiterit (SnO_2), termasuk group oksida, merah kecoklatan, prismatic, identik dengan rutil, kekerasan 6 - 7, berat jenis 6,8 - 7,0. sinonim dengan bijih timah, endapan Kasiterit genesanya berasosiasi dengan batu beku asam terutama granit. terbentuk pada akumulasi pegmatit, endapan kontak metasomatik dan hydrothermal. Kasiterit digunakan untuk solder, untuk keramik, timah pada campuran tembaga. Di daerah selidikan kasiterit terdapat pada seluruh contoh sedimen permukaan dasar laut dengan kandungan 1 -2 %.

Hematit (Fe_2O_3), termasuk group oksida, hitam kecoklatan, bentuk membulat, kilap submetalik kekerasan 5,5 - 6, berat jenis 5 - 5,2. Hematite ditemukan seluruh contoh yang dianalisis dengan kandungan antara 1 -5 %.

Zirkon (ZrSiO_4), termasuk group silikat Putih/bening, prismatic, permukaan datar kekerasan 7 - 8, berat jenis 4,68 - 4,7. merupakan unsur radioaktif, terjadi pada daerah yang kecil pada batuan intrusi magmatik, nephelin, syenit, granit, diorit. Zirkon karena bentuknya yang bagus digunakan untuk batu perhiasan, di daerah penelitian zirkon hanya ada di 5 lokasi penelitian dengan kandungan 1%.

Biotit $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})$, termasuk group silikat (Mika), bentuk berlembar tipis-tipis, kilap mutiara, kekerasan 2 - 3,5, berat jenis 2,76 - 3,10, umumnya terjadi pada batuan beku intusi granit. Biotit ditemukan pada seluruh lokasi contoh sedimen dasar laut dan 2 lokasi pantai, dengan kandungan antara 1% - 4%

Dolomit ditemukan pada seluruh lokasi contoh sedimen dasar laut dan dua lokasi pantai, dengan kandungan antara 1% - 3% mineral dolomit, sedangkan cangkang kerang ditemukan di semua lokasi contoh laut yang dianalisa dan dua contoh pantai hal ini menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan daerah selidikan dipengaruhi oleh kondisi marin (laut), (Herbert S. Zim, 1978).

Secara umum pada semua contoh yang dianalisis mineral yang umum dijumpai adalah kuarsa dengan komposisi antara 60 - 80%. Mineral lainnya adalah zirkon, timah, hematit, magnetit, limonit, biotit dan dolomit (Tabel 2). Pada contoh sedimen di laut tidak seluruhnya merupakan butiran mineral, terdapat mineral lempung dan cangkang. Mineral lempung dan cangkang dipisahkan dari contoh pasir.

Kandungan mineral pada sedimen pasir ditemukan pada contoh sedimen pantai di Pulau Jemur, Pulau Sarong Alang dan Pulau Labuan Bilik, dengan kandungan mineral kuarsa antara 70% - 80%, kasiterit 1%, hematit 2 % - 3 %, magnetit, Biotet 1% - 3%, dolomit 15 - 2%.

Tabel 2.
Hasil analisis sumber daya mineral di perairan Kepulauan Aruah.

No	No Sampling	Metoda	Jenis Sedimen	Cangkang	Persentase Mineral (%)								
					Kuarsa	Zircon	Kasiterit	Hematit	Magnetit	Limonit	Biotit	Dolomit	Kumulatif
1	KA 01	Grab sampler	Pasir lanauan	10	80	1	1	1	2	-	2	3	100
2	KA 02	Grab sampler	Pasir lempungan	15	75	-	1	2	3	-	2	2	100
3	KA 09	Gravity corer	Pasir lempungan	15	70	-	2	5	4	-	2	2	100
4	KA 10	Gravity corer	Pasir lanauan	20	65	-	-	4	3	1	4	3	100
				20	70	-	1	3	2	-	2	2	100
				10	85	-	-	1	2	-	1	1	100
5	KA 12	Gravity corer	Pasir lempungan	10	80	-	1	3	2	-	1	3	100
				10	75	-	-	5	5	-	3	2	100
6	KA 14	Grab sampler	Pasir lempungan	20	70	1	-	2	1	-	3	3	100
7	KA 15	Grab sampler	Pasir lanauan	20	65	1	2	5	3	-	2	2	100
8	KA 19	Grab sampler	Pasir lanauan	30	60	1	1	3	2	-	1	2	100
9	P. Jemur		Pasir	17	70	1	2	2	5	-	1	2	100
10	P. Sarong Alang		Pasir	10	80	-	1	2	3	-	3	1	100
11	P. Labuan Bilik		Pasir	17	75	-	1	3	1	-	1	2	100

PEMBAHASAN

Secara umum, seluruh contoh yang dianalisis menunjukkan kehadiran butiran lanau dan pasir, sedikit lempung dan pada beberapa contoh ditemukan cangkang dalam kondisi yang masih utuh. Butiran yang umum terbentuk dari butiran kuarsa dan mineral berat berwarna kehitaman. Kandungan kuarsa berasal dari rombakan batuan sedimen Tersier yang terdapat di bagian darat pulau-pulau kecil. Adanya butiran pasir menunjukkan pola arus dan gelombang yang kuat, sehingga butiran berukuran pasir dapat tertransport ke arah lepas pantai, sedangkan butiran halus (lempung) mengendap di daerah lembah di bagian barat dan utara Pulau Jemur.

Kandungan mineral kuarsa yang terdapat di daerah penelitian dominan terdapat pada sedimen pasir lanauan dan pasir lempungan dengan kedalaman dasar laut antara 11 meter sampai 55 meter, dimana sedimen tersebut agak ketengah jauh dari pulau, sedangkan di sekeliling pulau berupa terumbu karang sehingga agak menyulitkan unruk mengambil contoh sedimen dasar laut.

Berdasarkan gambar 10 grafik persentase mineral kuarsa hasil sedimen grab (di permukaan dasar laut) terlihat bahwa kandungan mineral kuarsa antara 60% - 80%, sedangkan dari hasil sedimen gravity core (GC) yaitu S9, S10, dan S12, dilakukan dua analisis di bagian bawah dan bagian atas. Ternyata kandungan mineral kuarsa di temukan di permukaan dan di bagian bawah sampel, hal ini menunjukkan

bahwa mineral kuarsa sangat melimpah di daerah penelitian.

Berdasarkan gambar 11 grafik presentasi kandungan mineral magnetit, hematit, biotit dan dolomit terlihat bahwa mineral – mineral tersebut terdapat di semua lokasi yang di analisis tetapi sangat sedikit kandungannya dibandingkan kuarsa, dan menunjukkan arah kandungan yang hampir sama. Di setiap lokasi kandungan magnetit lebih banyak disusul mineral hematit, kemudian dolomit dan mineral biotit paling sedikit.

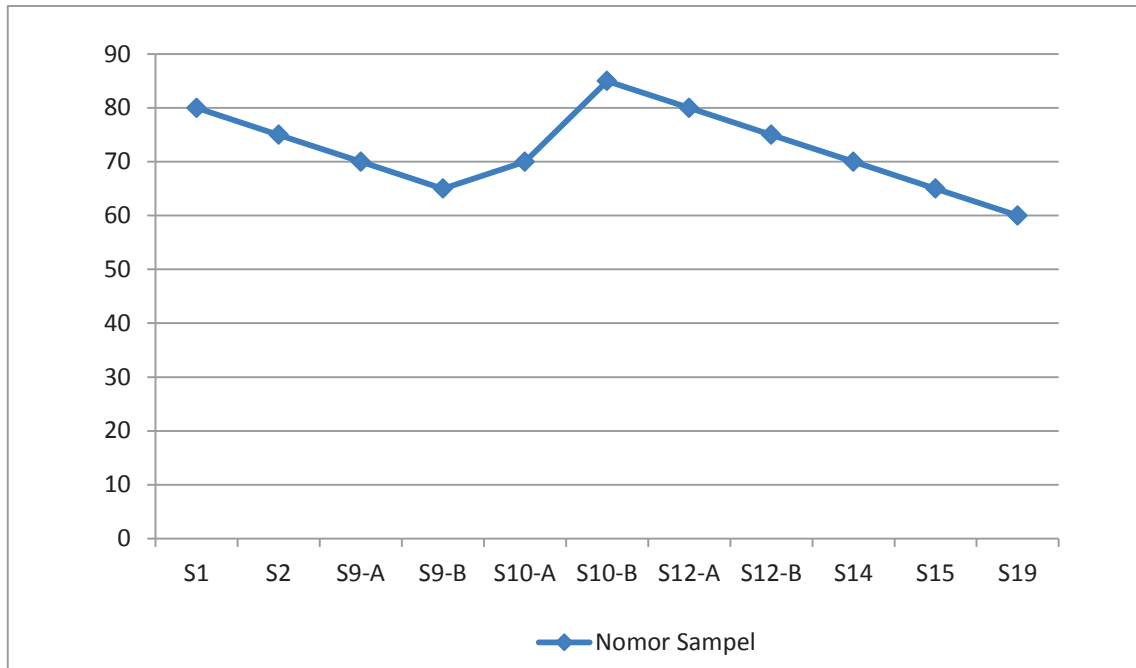
Gambar 12 adalah peta penyebaran sedimen dasar laut yang dikombinasikan dengan peta kontur kedalaman dasar laut. Sedimen pasir lempungan dan pasir lanauan yang mengandung mineral ekonomis terdapat pada kedalaman 20 – 50 meter. Hal ini akan sangat potensial untuk ditambang karena tidak terlalu dalam.

Adanya butiran pasir menunjukkan pola arus dan gelombang yang kuat, sehingga butiran berukuran pasir dapat tertransport ke arah lepas pantai, sedangkan butiran halus (lempung) mengendap di daerah lembah di bagian barat dan utara P. Jemur.

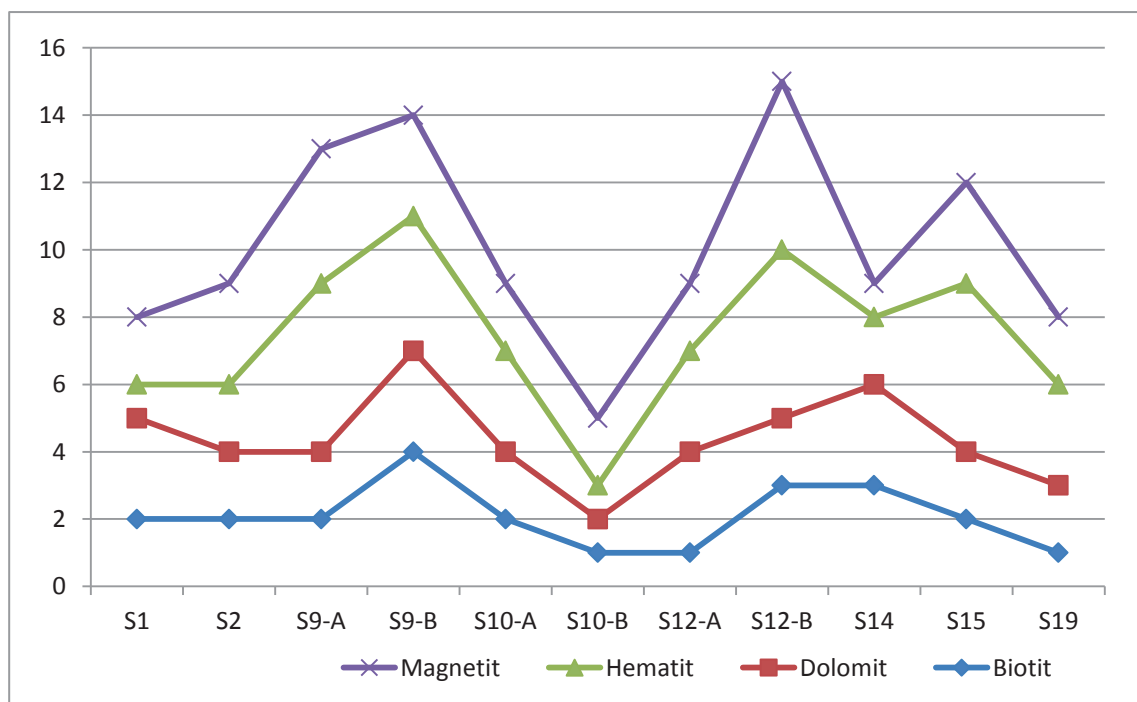
Umumnya butiran mineral masih menunjukkan sudut membentuk butiran menyudut tanggung (*sub-angular*). Butiran menyudut tanggung menunjukkan kondisi yang tidak jauh dari sumbernya. Kondisi ini juga memperkuat dugaan bahwa butiran kuarsa tidak berasal secara langsung dari batuan granit. Di daerah pantai, hampir seluruh sedimen di pantai membentuk hamparan pasir putih. Hasil pengamatan

pada mikroskop, butiran terbesar adalah kuarsa dan mineral berat lainnya. Adanya butiran kuarsa berasal dari rombakan satuan batupasir pada sedimen Tersier yang menyusun pulau-pulau kecil di Kepulauan

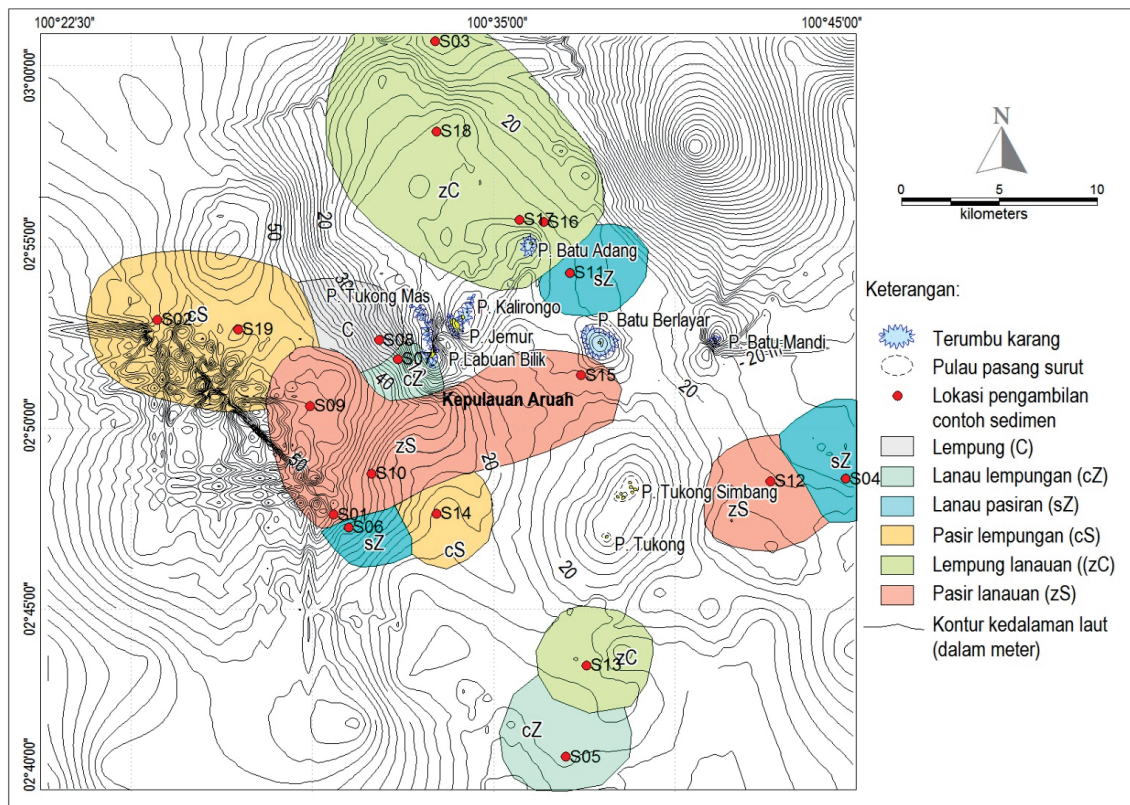
Aruah. Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis mineral ternyata kandungan mineral pada sedimen di dasar laut hampir sama dengan kandungan mineral pada sedimen pantai



Gambar 10. Grafik Persentasi Kandungan mineral Kuarsa



Gambar 11. Grafik Persentasi Kandungan mineral Hematit, magnetit, dolomite dan biotit



Gambar. 12. Peta penyebaran sedimen permukaan dasar laut dan Kontur kedalaman dasar laut di perairan Kepulauan Aruah, Provinsi Riau

KESIMPULAN

Kandungan mineral pada sedimen pasir ditemukan pada contoh sedimen pantai di Pulau Jemur, Pulau Sarong Alang dan Pulau Labuan Bilik, dengan kandungan mineral kuarsa antara 70 - 80%, kasiterit 1%, hematit 2 - 3 %, magnetit, Biotet 1 - 3%, dolomit 15 - 2%, yang selanjutnya prospek terdapat pada kedalaman antara 5 - 80 meter, dan terdalam terdapat di bagian utara Pulau Batu Mandi ke arah Selat Malaka. Sedangkan sedimen pasir lempungan dan pasir lanauan yang mengandung mineral letakan ekonomis terdapat pada kedalaman 20 - 50 meter, sehingga kemungkinan sangat mudah untuk ditambah dengan teknologi sekarang ini.

Butiran mineral umumnya masih menunjukkan sudut membentuk butiran menyudut tanggung (*sub-angular*), Hal ini menunjukkan bahwa kandungan mineral pada sedimen di dasar laut hampir sama dengan kandungan mineral pada sedimen pantai, yang merupakan sumber dari mineral di lepas pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada rekan-rekan satu tim di lapangan, dan kepada Pemda Provinsi Riau atas kerja samanya sampai selesainya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachelor, B.C., 1983, Sundaland Tin Placer and Late Caenozoic Coastal and Offshore Stratigraphy in Western Malaysia and Indonesia. Unpubl.
- Cameron, N.R, Kastawa. W. & Thompson, S.J., 1982. Peta Geologi Lembar Dumai, Sumatera, skala 1:250.000. Puslitbang Geologi.
- Folk, R.L., 1980, Petrology of Sedimentary Rocks, Hamphill Publishing Company Austin, Taxa
- Gretchen Luepke, 1984, Stability of Heavy Minerals in Sediment. U.S. Geological Survey Menlo, California.

- Herbert S. Zim, 1978, Rocks and Minerals, (Field Guide and Introduction to the Geology and Chemistry, Western Publishing Company. Inc.
- Ringis, J., 1993. Deposit Models for Detrital Heavy Minerals on East Asian Shelf Areas and the Use of High Resolution Seismic Profiling Techniques in Their Exploration, CCOP Publication.
- Rittenhouse, G., 1943. Transportation and Deposition of Heavy Minerals; Geology Society American Bulletin, USA.
- Rubey, W.W., 1933. The Size Distribution of Heavy Minerals Within A Water-laid Sandstone; Journal Sediment Petrology
- Usman, E. dan Subandrio, A.S., 2009. Eksplorasi Potensi Konsentrat Timah Berdasarkan Data Seismik Refleksi: Studi Kasus Perairan Bangka Utara. Prosiding Kolokium Puslitbang Tekmira 2009, Bandung.

Diterima tanggal 10 Juni 2013 Revisi tanggal 26 Agustus 2013

*Iwan Nursahan, **Vijaya Isnaniawardhani dan
**Nana Sulaksana
(*Pusat Sumber Daya Geologi)
(**Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran)

**PENENTUAN KAWASAN PERTAMBANGAN BERBASIS
SEKTOR KOMODITAS UNGGULAN SUMBERDAYA
NIKEL
KABUPATEN KONAWE DAN KONAWE UTARA,
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 2 Hal. 41 - 53

Kabupaten Konawe dan Kabupaten Konawe Utara merupakan bagian dari Kawasan Strategis Nasional (KSN) Soroako dan sekitarnya, yang dicanangkan sebagai wilayah dengan komoditi unggulan pertambangan nikel. Penentuan kawasan pertambangan berbasis komoditi unggulan sumberdaya nikel ini menggunakan pendekatan Satuan Genetik Wilayah (SGW) dan memanfaatkan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Valuasi matrik holistik SGW menghasilkan 204 nilai SGW di Kabupaten Konawe dan 248 nilai SGW di Kabupaten Konawe Utara. Valuasi matrik holistik tersebut, menunjukkan adanya keterkaitan aspek potensi dan kendala wilayah terhadap total nilai valuasi SGW.

Berdasarkan valuasi SGW dan analisis SWOT kawasan pertambangan prioritas I, maka dapat direkomendasikan bahwa SGW Pedataran Patahan Batuan Ultramafik daerah Langikima dan Wiwirano serta SGW Pedataran Batuan Ultramafik daerah Asera, Andowia, Wiwirano dan Molawe sebagai Kawasan Andalan Pertambangan Nikel, dengan total sumberdaya sekitar 1,14 Milyar Ton, dan nilai valuasi skenario dikembangkan/ditambang berkisar 248 hingga 298.

Kata kunci: kawasan pertambangan, nikel, valuasi.

Denni Widhiyatna dan Penny Oktaviani
(Pusat Sumber Daya Geologi)

**PROSPEK MINERALISASI EMAS DAN PERAK TIPE
HIDROTERMAL DI PULAU JAWA BAGIAN BARAT
DENGAN PENDEKATAN ANALISIS SPASIAL
LIKELIHOOD RATIO**

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 2 Hal. 54 - 66

Indonesia memiliki rangkaian busur magmatik yang merupakan jalur mineralisasi logam. Untuk mendelineasi daerah prospek mineral emas-perak di daerah potensial tersebut, dapat digunakan metode pemetaan potensi sumberdaya mineral yang diolah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kajian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara deposit emas (Au) - perak (Ag) tipe hidrotermal dengan faktor-faktor yang berhubungan dan mengintegrasikan hubungan tersebut menggunakan model *likelihood ratio* yang merupakan salah satu model dalam metode probabilitas. Kajian ini menggunakan SIG sebagai alat untuk mendelineasi area-area yang berpotensi dan belum tersentuh kegiatan eksplorasi secara langsung.

Pendekatan empiris ini berdasarkan asumsi bahwa semua deposit mempunyai genesa yang sama, dan mencakup tiga langkah utama yaitu identifikasi hubungan spasial, penghitungan dan integrasi hasil penghitungan dari berbagai faktor yang berhubungan. Untuk itu diperlukan basis data spasial yang terdiri dari lokasi mineralisasi, litologi, sesar, geokimia, dan geofisika pada lokasi kajian untuk dikompilasi, dievaluasi, dan diintegrasikan menggunakan model *likelihood ratio* sehingga menghasilkan peta indeks potensi mineral di Pulau Jawa Bagian Barat.

Peta indeks potensi mineral yang dihasilkan kemudian diverifikasi secara statistik yaitu membandingkan hasil

dengan titik lokasi cebakan mineral yang telah ada dimana hasilnya berupa besaran akurasi untuk model *likelihood ratio*. Kemudian setelah diperoleh beberapa lokasi yang memiliki nilai indeks tinggi selanjutnya dilakukan uji petik lapangan pada daerah terpilih untuk membandingkan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

Kata kunci: Au-Ag, *likelihood ratio*, pemetaan potensi, SIG.

Penny Oktaviani dan Irwan Muksin
(Pusat Sumber Daya Geologi)

**POTENSI LEMPUNG DAN FELSPAR UNTUK BAHAN
BAKU KERAMIK DI DAERAH PURWANEGARA,
KABUPATEN BANJARNEGARA, JAWA TENGAH**

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 2 Hal. 67 - 74

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting untuk kelangsungan hidup industri keramik. Salah satunya yang berada di Daerah Klampok, Kecamatan Purwareja, Kabupaten Banjarnegara. Di daerah ini pada umumnya industri keramik merupakan industri kecil dan menengah. Kajian ini dilakukan dengan maksud untuk menginventarisasi lokasi lempung dan felspar yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan keramik di sekitar lokasi sentra industri Klampok, karena selama ini bahan baku diambil dari luar Banjarnegara, bahkan hingga mendatangkan bahan baku dari Pulau Belitung, Sumatera. Tujuannya agar para pengrajin memiliki alternatif lokasi pengambilan bahan baku dari sekitar lokasi industri untuk mengurangi biaya produksi demi kelangsungan industri mereka.

Berdasarkan evaluasi data lapangan dan hasil analisis laboratorium, baik kimia, fisika dan uji *prototype* benda keramik, lempung dan felspar di tiga lokasi yang diamati, yaitu felspar di Dukuh Kretek dan Desa Kalitengah, serta lempung di Kampung Penisian, Desa Merden, Kecamatan Purwanegara terbukti dapat dijadikan sebagai lokasi alternatif bahan baku untuk pembuatan keramik.

Contoh lempung dan felspar dari ketiga lokasi tersebut secara tunggal dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan gerabah dengan pembakaran suhu rendah (< 1.000°C). Dan apabila dua contoh dicampur dengan komposisi tertentu, maka dapat dibuat untuk keramik dengan kualitas yang lebih baik dari gerabah, yaitu keramik hias atau *table wares*.

Kata kunci: felspar, industri keramik, lempung

Chusni Ansori dan Defry Hastria
(Balai Informasi dan Konservasi Kebumian
Karangsambung LIPI-Kebumen)

**STUDI ALTERASI DAN MINERALISASI DISEKITAR
GUNUNG AGUNG, KABUPATEN KULONPROGO -
PURWOREJO**

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 2 Hal. 75 - 86

Daerah Gunung Agung secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Secara regional termasuk dalam Pegunungan Kulonprogo yang di daerah ini dijumpai indikasi alterasi dan mineralisasi logam.

Pengamatan lapangan dan pemercontohan diikuti dengan analisis petrografi, X-RD, kimia mineral dan inklusi fluida. Studi dilakukan untuk mengetahui proses dan posisi mineralisasi.

Mineralisasi yang berkembang umumnya berupa urat dan *stockwork* silika-kuarsa yang diikuti pembentukan

BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Agustus 2013

ISSN 1907 - 5367

mineral ubahan lempung argilik disekitarnya, dengan intensitas lemah-sedang. Urat silika-kuarsa mempunyai ketebalan 10-30 cm, dengan kadar Au berkisar 50-2.608 ppb. Hasil analisis XRD dan petrografi dijumpai adanya asosiasi mineral kuarsa, pirit, barit, muskovit dan serisit. Hasil pengamatan dengan metoda inklusi fluida pada urat kuarsa menunjukkan fasa tunggal dan ganda, umumnya mengalami *necking* dengan kandungan NaCl: 2,5 - 3,9 % berat, suhu homogenisasi antara 157°C hingga 225°C.

Proses alterasi terjadi dalam dua tahap, tahap pertama terjadi alterasi mesothermal pada suhu antara 280-340°C, sehingga mengubah mineral feldspar menjadi serisit dan asosiasi mineral sulfida. Tahap kedua, terjadi proses alterasi epitermal pada *crustiform-colloform* hingga kalsedonik *superzone*, suhu 175-230°C, yang menghasilkan asosiasi mineral barit, sulfida dan logam mulia.

Kata kunci : Alterasi, Gunung Agung, Mineralisasi

Deny Setiady dan Ediar Usman
(Puslitbang Geologi Kelautan)

HUBUNGAN KANDUNGAN MINERAL KUARSA DAN
MINERAL LAINNYA DENGAN SEDIMEN DASAR LAUT
DI KEPULAUAN ARUAH PROVINSI RIAU

BSDG April 2013 Vol. 8 No. 2 Hal. 87 - 99

Secara geologi perairan Selat Malaka, termasuk dalam kawasan granit Sumatera bagian barat sebagai satu

rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka – Belitung. Berdasarkan hal tersebut maka perairan tersebut kemungkinan kaya dengan potensi mineral-mineral letakan yang bernilai ekonomis. Tujuan penulisan paper ini adalah mengetahui hubungan kandungan mineral dengan sedimen dasar laut yang ada di daerah penelitian.

Berdasarkan analisis besar butir, sedimen yang terdapat di dasar laut daerah perairan Kepulauan Aruah adalah: pasir lanauan (zS) Pasir lempungan (cS), lanau pasiran (sZ), Lanau Lempungan (cZ), lempung lanauan (zC) serta lempung (C).

Berdasarkan analisis mineral, mineral di daerah penelitian terdiri dari kuarsa dengan kandungan antara 60 – 80%. Mineral lainnya adalah zirkon, cassiterite, hematit, magnetit, limonit, biotit dan dolomit.

Endapan letakan pada sedimen permukaan dasar laut secara mekanik umumnya terkonsentrasi oleh sungai dan proses laut. Mineral kuarsa dan mineral berat adalah mineral yang merupakan endapan letakan yang berasal dari pelapukan batuan dan tertransport.

Kata kunci: Aruah, dasar laut, kuarsa, Mineral, dan sedimen.



Zona alterasi silisifikasi berasosiasi dengan ubahan mineral lempung di Plampang, Kalirejo, Kokap, Kulonprogo



Struktur Antiklin pada batupasir tufaan di sekitar Kabupaten Solok



Batuan terkersikkan, berongga, mengandung kalkopirit dan pirit di Blok Tanggeung, Cianjur.



Bagaimanapun perkasanya, bukit ini akhirnya harus takluk dan rela dicabik-cabik oleh ganasnya gergaji batu untuk dijadikan marmer. Berlokasi di Desa Pattappa, Kecamatan Pujananting, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan



Bekas penggalian "*quarry*" bisa berbentuk dinding tegak dan curam dengan ketinggian puluhan meter.
Lokasi di Desa Batumarmar, Kecamatan Pasean, Kabupaten Pamekasan,
Provinsi Jawa Timur.



Es Abadi Jaya Wijaya Semakin Menipis



Laboratorium Conto Batuan Pusat Sumber Daya Geologi - Badan Geologi



Kegiatan Workshop Penulisan Karya Tulis Ilmiah Kebumihan
Tanggal 6-7 Maret 2013, di Hotel Takasimaya - Lembang

PEDOMAN PENULISAN MAKALAH/KARYA TULIS ILMIAH BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

ISI DAN KRITERIA UMUM

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

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

FORMAT

Umum

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

NO	POKOK BAHASAN	POKOK PIKIRAN
I	Judul (<i>title</i>)	Pada halaman judul makalah/karya tulis dicantumkan nama setiap penulis dengan jumlah penulis maksimum 5 (lima) orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disarankan dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta e-mail.
II	Sari dan <i>Abstract</i>	Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah seperti latar belakang (yaitu berupa alasan ilmiah ataupun alasan keperluan penting mengapa tulisan ini dipublikasikan), obyek yang diteliti, permasalahan riset, tujuan riset, kegunaan hasil riset, metode yang digunakan dalam mencapai solusi riset tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dari setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Sari dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara <i>Abstract</i> tercantum di bawah Sari; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan kata kunci/ <i>keyword</i> yang ditulis di bawah Sari/ <i>Abstract</i> , terdiri dari 4 (empat) hingga 6 (enam) kata. <i>Abstract</i> atau sari yang ditulis di bawah sari atau <i>abstract</i> menggunakan italic font
III	Pendahuluan (<i>Introduction</i>)	Bab ini dapat berisi latar belakang (alasan ilmiah dan maksud penelitian fenomena aktual bermasalah sebagai tema sentral penelitian), masalah aktual yang perlu solusi, pengantar tentang profil wilayah/lokasi kajian/riset, tujuan penelitian, spesifik, metode riset, hipotesis (kalau ada) dengan gaya bahasa lebih populer dengan bab dan sub-bab tidak perlu menggunakan nomor. Bab berisi pernyataan yang mencukupi hingga sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis

IV	Metodologi	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	Hasil Analisis (<i>Results and Analysis</i>).	Berisi hasil-hasil penyelidikan/penelitian yang disajikan dengan tulisan, tabel, grafik, gambar maupun foto; diberi nomor secara berurutan. Hindarkan penggunaan grafik secara berlebihan apabila dapat disajikan dengan tulisan secara singkat. Pencantuman foto atau gambar tidak berlebihan dan hanya mewakili hasil penemuan. Semua tabel, grafik gambar dan foto yang disajikan harus diacu dalam tulisan dengan keterangan yang jelas dan dapat dibaca. Font huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 (enam) point
VI	Pembahasan atau Diskusi (<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 peneltian tersebut.
VII	Kesimpulan dan Saran. (<i>Conclusions and Recommendation</i>)	Berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji hipotesis tentang penelitian, dan berisi segitiga konsistensi (masalah, tujuan dan kesimpulan)
VIII	Ucapan Terima Kasih (<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	A c u a n (<i>References</i>)	Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun (Harvard), nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (surname), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis ditulis dengan huruf miring (<i>italic font</i>)

Beberapa contoh penulisan sumber acuan :

Jurnal

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

Buku

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

Bab dalam Buku

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

Prosiding

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

Skripsi/Tesis/Disertasi

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

Informasi dari Internet

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

WEWENANG REDAKSI

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

PENGIRIMAN NASKAH

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

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



LEMBAGA
ILMU PENGETAHUAN
INDONESIA

P2
MI
Panitia
Penilai
Majalah
Ilmiah



KAN
Komite Akreditasi Nasional
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
LANSAT 016 JDN

SERTIFIKAT

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

Akreditasi Majalah Ilmiah

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

Nama Majalah : Buletin Sumber Daya Geologi

ISSN : 1907-5367

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

Ditetapkan sebagai Majalah Ilmiah

TERAKREDITASI

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

Cibinong, 24 April 2012

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Ketua Panitia Penilai Majalah Ilmiah-LIPI

→ Prof. Dr. Rochadi
NIP 195007281978031001₄

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



