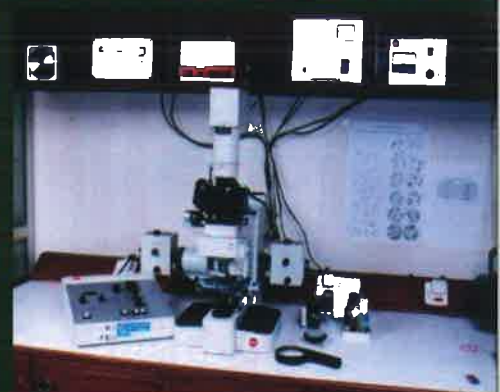




buletin

Volume 4 Nomor 1 2009

SUMBER DAYA GEOLOGI



- ✓ **Mineralisasi Emas Epitermal Di Wilayah Lubuk Gadang, Solok Selatan, Sumatera Barat**

- ✓ **Suatu Pemikiran Untuk Memanfaatkan Potensi Batubara Formasi Tanjung Di daerah Lemo, Kalimantan Tengah Sebagai Kokas**

- ✓ **Aplikasi Grafik Probability Dalam Pengolahan Data Eksplorasi Panas Bumi**



Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral

Badan Geologi

Pusat Sumber Daya Geologi

PENGANTAR REDAKSI

Buletin Sumber Daya Geologi kembali hadir pada **Volume 4 Nomor 1 Tahun 2009**, dengan sajian berbagai makalah ilmiah tentang kajian, tinjauan maupun berbagai hasil penelitian/penyelidikan sumber daya mineral, batubara, gambut, bitumen padat dan coalbed methan serta panas bumi.

Penerbitan buletin ini tidak semudah yang dibayangkan, hambatan teknis dan terutama non teknis selalu saja menerpa, namun, walaupun demikian, apapun... hambatannya tim yang solid berusaha untuk tetap menerbitkannya.

Para pembaca yang setia, kembali seperti biasa, buletin kita ini, diterbitkan untuk menjadi ajang mengasah dan berlatih menulis bagi siapa saja, tidak hanya di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi, tapi kami menerima tulisan dari luar lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi.

Para Editor dan Dewan Redaksi yang tentu sangat handal, berpengalaman dan tentu jam terbang yang sudah cukup lama di bidangnya masing-masing, siap membantu memberikan masukan dan menyempurnakan tulisan anda. Dan perlu dicatat, tidak ada niat dan maksud kami untuk mempersulit pemuatan karya tulis yang anda buat, koreksi dan penyempurnaan, semata-mata untuk membantu tulisan lebih memiliki arti serta layak untuk dimuat dan dibaca banyak orang.

Memasuki tahun 2009, mari bersama-sama mewujudkan tekad untuk terus berlatih, berani mencoba dan bersemangat membuat karya tulis. Kepada penulis yang telah menyumbangkan karya tulisnya, redaksi mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Semoga Buletin Sumber Daya Geologi ini terus terbit dengan karya yang bermutu.

SIAPABERANI MENULIS

Salam hangat
Dewan Redaksi

Penanggungjawab
Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

Wakil Penanggungjawab
Kepala Bidang Informasi

Dewan Redaksi

Penanggungjawab Redaksi
Calvin Karo-Karo Gurusinga

Redaktur

Denni Widhiyatna

Rina Wahyuningsih

Fredy Nanlohi

Teuku Ishlah

Kusdarto

Raharjo Hutamadi

Editor

Bambang Tjahjono S.

Bambang Pardiarto

Herudiyanto

Dedi Amarullah

Sekretariat

Nandang Sumarna

Ella Dewi Laraswati

Wiwi Resmiasih

Komaruddin

Retno Lestari Rahmawati

Lili

Redaksi menerima makalah dari dalam maupun dari luar lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi. Makalah hendaknya berkaitan dengan sumber daya geologi secara khusus atau geologi umum. Makalah ditulis dalam format Microsoft Word dengan single spasi, maksimum 10 halaman.

Alamatkan kepada Redaksi Buletin Pusat Sumber Daya Geologi,
Sub Bidang Penyediaan Informasi Publik, Jalan Soekarno-Hatta No. 444, Bandung, 40254

Telp. 022-5226270, 022-5202698, Fax. 022-5206263,

<http://www.dim.esdm.go.id>, <http://portal.dim.esdm.go.id>,

Email : sismin@dim.esdm.go.id

DAFTAR ISI

MAKALAH ILMIAH

- 02** MINERALISASI EMAS EPITERMAL DI WILAYAH LUBUK GADANG, SOLOK SELATAN, SUMATERA BARAT
Oleh : E.Y. Toreno
- 17** SUATU PEMIKIRAN UNTUK MEMANFAATKAN POTENSI BATUBARA FORMASI TANJUNG DI DAERAH LEMO, KALIMANTAN TENGAH SEBAGAI KOKAS
Oleh : Deddy Amarullah
- 26** APLIKASI GRAFIK PROBABILITY DALAM PENGOLAHAN DATA EKSPLORASI PANAS BUMI
Oleh : Dikdik Risdianto dan Dedi Kusnadi
- 36** TINJAUAN TENTANG UNSUR TANAH JARANG
Oleh : Sabtanto Joko Suprpto
- 48** DISTRIBUTION OF MINERAL RESOURCES AND AGGREGATES IN SAMBAS WATERS, WEST KALIMANTAN PROVINCE
Oleh : I Wayan Lugra
- 54** INDIKASI KEBERADAAN GAS BIOGENIK, BERDASARKAN HASIL PENDUGAAN GEOLISTRIK DI DELTA CIMANUK INDRAMAYU, JAWA BARAT
Oleh : I Nyoman Astawa

KAMUS 66

Oleh : Penny

TOKOH 69

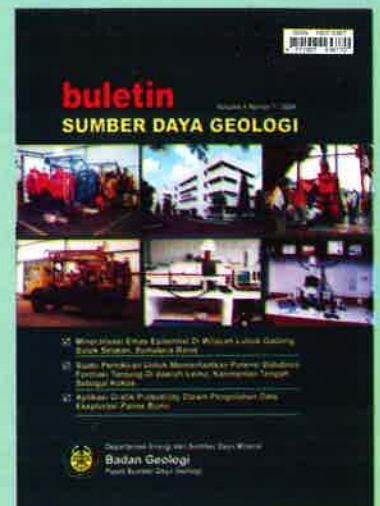
Oleh : Penny

GALERI FOTO 72

Oleh : Ella

PEDOMAN PENULISAN KARYA TULIS ILMIAH 77

Oleh : Redaksi



MINERALISASI EMAS EPITERMAL DI WILAYAH LUBUK GADANG, SOLOK SELATAN, SUMATERA BARAT.

Oleh

E.Y. Toreno

Bidang Program dan Kerjasama – Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Mineralisasi emas yang terdapat di Lubuk Gadang merupakan bekas tambang Belanda, terdiri atas beberapa tubuh bijih (Simajolelo, Dam Pulau Banda, Poeding 11/Lubang 11), dan terjadi pada lingkungan batuan intrusi (Kapur) yang menerobos Formasi Barisan (Perm). Indikasi emas dan logam dasar ditemukan pada zona filik, propilitik dan argilik yang terjadi karena pengaruh larutan hidrotermal yang naik bersama-sama intrusi granitik–granodioritik atau disebabkan juga oleh pengaruh dike andesitik–basalt yang terbentuk akibat pengaruh Sesar Besar Sumatera berarah barat-laut-tenggara. Hasil analisa urat kuarsa dan batuan menunjukkan kandungan emas dan perak yang cukup tinggi (0.1 g/t - 1.72 g/t Au dan 309 g/t Ag) yang diikuti dengan kandungan tembaga (Cu) yang rendah, dan seng and timbal yang tinggi (28.19 % Zn dan 23.65 % Pb). Daerah penelitian termasuk dalam zona proses pendidihan (*boiling zone*) di sepanjang rekahan, dengan temperatur berkisar <150°C sampai ~300°C pada kedalaman dangkal. Data geologi, mineral sulfida, tekstur serta ubahan hidrotermal, menunjukkan bahwa mineralisasi emas yang terbentuk di daerah ini dapat diklasifikasikan sebagai tipe epitermal sulfida rendah.

Kata kunci : Tipe epitermal, sulfida rendah, Lubuk Gadang, emas.

ABSTRACT

Gold mineralization in Lubuk Gadang represents the Old Dutch Gold Mine, consists of several ore bodies (Simajolelo, Dam Pulau Banda, Poeding 11 / Hole 11) and occurs in the Barisan Formation (Permian) and intrusive rock environment (Cretaceous). Primary gold and base metal mineralization is associated with phyllic, propylitic and argillic alteration zones due to the influence of hydrothermal solution of granitic–granodioritic composition or andesitic–basaltic dykes in relation to the major Sumatera Fault. Analytical results of gold bearing quartz veins and rocks indicate higher content of gold (0.1 g/t - 1.72 g/t) and silver (up to 309 g/t). Copper grade is low, but zinc and lead are high (28.19 % Zn and 23.65 % Pb). The research area is interpreted to occur within the boiling zone at the temperature range of <150°C to ~300°C at a shallow depth. Based on geology data, sulphide mineralogy, textures and hydrothermal alteration, the gold mineralization in this area may be classified as low sulphidation epithermal types.

Keywords : Epithermal type, low sulphidation, Lubuk Gadang, gold.

PENDAHULUAN

Daerah telitian secara administratif termasuk kedalam wilayah Kenagarian Lubuk Gadang, Kecamatan Sangir, Kabupaten Solok Selatan, Sumatera Barat (Gambar 1), yang terletak sekitar 10 km kearah utara kota Padang Aro (ibukota Kabupaten). Bentang alam daerah telitian berupa perbukitan yang ditempati oleh batuan vulkanik dengan puncak tertinggi Gunung Kerinci (3800 m dpl), dan dicirikan oleh sungai Sangir, sungai Pamomongan dan Batang Bangko dengan aliran barat daya – tenggara

dengan pola aliran paralel dan radial yang dikontrol oleh struktur regional pulau Sumatera (Gambar 2).

Daerah Lubuk Gadang dalam beberapa dekade sampai sekarang merupakan tambang bekas Pemerintahan Kolonial Belanda (Gambar 3a-b) yang dikerjakan pertama kalinya oleh VOC antara tahun 1735 - 1869, kemudian ditambang lagi oleh Kinandam Sumatera Mijnbouw. Co (1913 -1928) yang menghasilkan 3004 kg emas dan 97953 kg perak; untuk timah hitam tidak didapat data yang jelas. Belanda menutup

Tambang ini karena cadangan emas dan peraknya dianggap telah habis. PT. Sumber Alam Pelang, PT Aneka Tambang dan PT. Geotama Bumi Servindo telah melakukan eksplorasi di daerah ini (1989-1992), berdasarkan data dari Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi Propinsi Sumatera Barat, tahun 1995. Pada saat ini daerah tersebut sedang dieksplorasi dan menuju tahap operasi produksi oleh PT. Mitra Mandiri Cemerlang (data dari Dinas ESDM Kab. Solok Selatan, Sumatera Barat, tahun 2009). Namun demikian, penambangan masih berlangsung, yang dilakukan oleh masyarakat setempat pada hilir Sungai Pamomongan Gadang dan Sungai Pamomongan Ketek dengan cara tradisional (mendulang), terutama pada belokan S. Pamomongan.

Studi mineralisasi di daerah Lubuk Gadang merupakan penelitian terhadap kemungkinan adanya cebakan mineralisasi epitermal pada lingkungan batuan intrusi, seperti granit, granodiorit dan batuan gunung api (Crow, 1993). Penelitian ini juga merupakan salah satu bagian dari kegiatan eksplorasi logam dasar yang dilakukan oleh PT. Mitra Mandiri Cemerlang.

TATANAN TEKTONIK PULAU SUMATERA

Secara tektonik, pulau Sumatera dipengaruhi oleh dua lempeng yang saling berinteraksi secara konvergen, yaitu Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia yang terus bergerak secara lambat membentuk sudut lancip terhadap jalur subduksi, sehingga pembentukan struktur geologi di Pulau Sumatera didominasi oleh sesar mendatar dekstral. Daerah penelitian berada pada jalur "volcanic/plutonic arc" atau busur magmatik (Katili, 1975; Gambar 4) yang terletak dalam Zona Pegunungan Barisan (Busur Sunda-Banda) yang ditempati oleh batuan terobosan dan batuan gunung api berumur Pra Tersier - Tersier. Busur Sunda-Banda (Neogen) dan Sesar Besar Sumatera berarah baratlaut-tenggara telah memberikan berbagai implikasi besar dalam pembentukan sistem mineralisasi yang terjadi di sepanjang jalur Pulau Sumatera yang dimulai dari Aceh hingga Lampung (Teluk Semangko). Dari padanya telah terbentuk sistem hidrotermal yang telah menghasilkan berbagai mineralisasi logam yang berasal dari berbagai jenis batuan dan periode umur, seperti misalnya di Rejang Lebong (Bengkulu), Salido, Manggani, Bonjol, Kotanopan Rao, Timbaan (Sumatera Barat), Sidikalang, Latong (Sumatera Utara), Ulu

Rawas, Sungai Tubo (Sumatera Selatan), dan di Timah Gajah, Bener Meriah (NAD).

Daerah telitian diduga mengalami beberapa kejadian tektonik yang dimulai dari Perm Akhir, dimana Formasi Barisan mengalami proses pengangkatan, pelipatan, penyesaran dan pemalihan. Pada zaman Mesozoikum terjadi pengcebakan di laut dangkal sampai laut dalam dan terbentuk batugamping anggota Formasi Barisan, lalu diterobos oleh batuan granit Kapur yang dipengaruhi oleh struktur regional. Penyesaran terjadi dan mengontrol pembentukan dan pengembangan cekungan antar gunung di daerah Bukit Barisan. Pada masa tektonik Kapur ini, serpentin (di utara daerah penelitian) dan batuan lainnya yang terkait tersesarkan keatas. Kemudian terjadi proses tektonik Tersier yang diawali oleh kegiatan gunungapi di daerah tinggian Bukit Barisan yang menghasilkan erupsi celah menghasilkan tufa yang membawa pecahan batuan Pra-Tersier, disusul oleh erupsi lava, breksi dan tufa yang berkomposisi andesit, kemudian terobosan granit, pada saat yang sama di cekungan terjadi sedimentasi darat sampai laut dangkal.

GEOLOGI DAN MINERALISASI

Menurut Rosidi dkk (1996) geologi regional daerah Lubuk Gadang ditempati oleh batuan terobosan granit berumur Kapur, batuan gunungapi, batugamping terhablur sebagai anggota batugamping Formasi Barisan berumur Perm Awal, batuan malihan yang termasuk kedalam Formasi Barisan yang berumur Perm. Sedangkan cebakan yang paling muda adalah cebakan aluvial yang terdiri dari cebakan lepas berupa lempung, pasir dan kerikil berumur Kuartar.

Adapun rincian kelompok batuan tersebut adalah sebagai berikut :

Batuan Gunungapi, terutama terdiri dari lava, tufa sela hablur dan tufa sela berkomposisi andesitan terpropilitkan akibat proses hidrotermal, termineralkan sehingga mengandung pirit, tembaga dan molibden, lava basal dan riolit tersebar tidak beraturan dalam formasi ini. Pada umumnya lava andesit dengan plagioklas menengah dan mineral mafik terubah menjadi serisit dan klorit. Tufa sela dan tufa hablur mengandung pecahan-pecahan andesit dan basal.

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan litologi lava andesit, breksi vulkanik andesit, sisipan breksi dan tufa. Secara megaskopis lava berkomposisi andesitik-basaltik, abu-abu

kehitaman berbutir halus/afanitik, kompak terkekarkan, telah mengalami ubahan dan banyak mengandung pirit yang tersebar. Batuan ini tersingkap ditengah daerah penyelidikan dan utara, di sekitar Sungai Poeding dan Bukit Simajolelo. Di Poeding 11 dijumpai urat kuarsa dengan kedudukan N330°E/90°, tebal 1 - 5 m mengandung pirit (FeS₂) dan galena (PbS). Di bagian tengah Bk. Simajolelo ditemukan gejala silisifikasi mengandung pirit dengan kedudukan N285°E/60° dengan elavasi 563 mdpl (Gambar 5a-d).

Batugamping terhablur, berwarna abu-abu muda sampai tua, urat-urat kalsit biasa terdapat. Batu gamping ini sangat terpecah-pecah dalam jalur sesar besar seperti "Sesar Besar Sumatera". Satuan batuan ini berumur Perm Awal, sebagai Anggota Batugamping Formasi Barisan.

Batuan Malihan, terdiri dari filit, batugamping, dan batusabak. Belahan batusabak umumnya berarah utara-barat laut dan berkembang baik terdiri dari muskofit, serisit, klorit dan kuarsa. Satuan ini dinyatakan sebagai Formasi Barisan yang berumur Perm dengan ketebalan mencapai 3500m, dicirikan dengan kehadiran batusabak dengan foliasi/kemiringan umumnya berarah tenggara-barat laut dengan bidang belahan (cleavage) N340°E - N350°E (utara-selatan). Bidang belahan terisi oleh urat-urat kuarsa dengan ketebalan 0,5 cm hingga 10 cm yang berarah utara-selatan dan sebagian memotong bidang belahan. Satuan batuan ini menempati bagian utara - selatan daerah penelitian dan juga teramati dalam Lobang 4/Poeding 4 Terowongan Belanda. Singkapan batusabak di daerah ini memiliki urat-urat kuarsa yang umumnya sejajar dengan bidang foliasi dan sebagian kecil memotong bidang foliasi, dijumpai ubahan dan sulfida (pirit) pada batu sabak (Gambar 5e-f).

Diabas Terkena Serpentinisasi, masif, hijau tua dengan bintik-bintik hitam. Terdapat di jalur-jalur koyakan, dalam lembah-lembah, dan berhubungan dengan batuan Paleozoikum, dijumpai di sebelah timur Sesar Besar Sumatra, berumur Kapur Akhir.

Batuan Intrusi, terdiri dari granit, granodiorit, susunannya berkisar antara leuko granit sampai diorit, beberapa singkapan telah melapuk sekali terkena kloritisasi. Batuan terobosan inilah sebagai batuan pembawa mineral yang berhubungan dengan magma dan menembus lapisan sedimen, dimana pada tahap terakhir kegiatan intrusi terjadi peningkatan konsentrasi elemen-elemen tertentu pada bagian atas, baik gas maupun cair dan bergerak melalui pori-pori

atau retakan-retakan. Karena pengaruh tekanan dan temperatur maka terjadilah proses kristalisasi yang membentuk cebakan mineral (Au, Pb, Zn, Cu, Ag) dan batuan samping. Batuan intrusi ini berumur Kapur.

Satuan batuan ini dijumpai pada bagian tengah dan selatan daerah penyelidikan, tersingkap pada Bukit Simajolelo dan Bukit Dam Pulau Banda. Secara megaskopis tekstur batuan ini porfiritik, kristal plagioklas sangat mendominasi, tertanam dalam masa dasar piroksen. Pada pengamatan lapangan, satuan ini telah mengalami ubahan argilik dan propilitik, dan teramati banyak mengandung sulfida logam.

Cebakan Permukaan, merupakan cebakan sungai yang terdiri dari lumpur, pasir lepas, kerikil hingga bongkah yang diendapkan di sepanjang aliran sungai-sungai besar, berumur Kuartar. Satuan batuan ini terdiri dari material terkonsolidasi dan lepas-lepas yang berukuran pasir, lanau-lempungan, kerikil-kerakal sampai bongkah, yang merupakan rombakan dari lava andesit, tufa, urat kuarsa, breksi dan batupasir. Satuan batuan ini terutama menempati bagian selatan daerah penelitian dan diperkirakan merupakan hasil pengcebakan Sungai Gunda dan Batang Pamomongan Ketek, yang memotong sebagian cebakan alluvial.

PEMERCANTOAN dan METODA ANALISIS

Kegiatan penelitian lapangan meliputi pengambilan conto urat kuarsa dan batuan di 40 lokasi dengan cara random/acak yang lebih diutamakan pada daerah mineralisasi sepanjang aliran Sungai Alai, S. Pamomongan Gadang, S. Puding, Bkt. Simajolelo dan Bkt. Dam Pulau Banda. Pengamatan rinci di S. Puding/Lubang 11 tidak bisa dilakukan karena adanya runtuh batuan pada lubang yang tidak memakai penyangga. Conto batuan dari daerah penelitian dihaluskan dengan proses penghancuran, penggilingan, pencucian, pengeringan dan penyaringan (-80 mesh). Conto yang dipilih berupa batuan terubah, termineralisasi, batuan segar dan urat kuarsa serta di analisa untuk mengetahui kadar unsur logamnya (Tabel 1).

PEMBAHASAN

Cebakan bijih epitermal, dalam proses konsentrasi logam mulia dan logam lainnya dibedakan menjadi dua sub-tipe cebakan yaitu cebakan epitermal sulfida rendah dan sulfida tinggi. Tipe cebakan ini terjadi pada Busur Kepulauan/Benua (*vulcano-plutonic arcs*) yang

berasosiasi dengan zona subduksi. Cebakan emas epitermal umumnya terjebak dalam batuan vulkanik, setempat pada batuan hasil sedimentasi ulang (*resediment - volcanic rocks*) dan kadang-kadang pada batuan dasar (*basement rocks*). Di beberapa lokasi, mineralisasi epitermal dapat berasosiasi dengan mineralisasi logam tipe porfiri, dengan logam ekonomis Au seperti di Pager Gunung (Pb-Zn), Dairi (Cu, Pb, Zn, Au), dan Tangse (Cu-Mo). Aktifitas hidrotermal menghasilkan batuan teralterasi dan termineralisasi mengandung mineral sulfida, tergantung pada tipe mineralisasi dan alterasinya.

Epitermal sulfida rendah dapat dibedakan dengan epitermal sulfida tinggi dari keberadaan mineralogi sulfidanya (seperti pirit, sfalerit, galena, dan kalkopirit) secara khas dalam urat kuarsa dan karbonat lokal, yang berhubungan dekat dengan dinding batuan alterasi yang tersimpan pada zona lemah dari cairan hidrotermal (Corbett dan Leach, 1996). Epitermal sulfida rendah terbentuk dalam suatu sistem geotermal yang didominasi oleh air klorit dengan pH mendekati netral dimana terdapat kontribusi dominan dari sirkulasi air meteorik (terbawa oleh air tanah dan permukaan) yang dalam dan mengandung CO₂, NaCl dan H₂S. Mineralisasi Cu-Pb-Zn dan Au terbentuk pada zona pendidihan (*boiling zone*) terjadi akibat penghancuran (*fracturing*) oleh tekanan gas dibawah permukaan dan terbentuk pada bentangan temperatur > 150°C sampai ~300°C dengan kedalaman 1-2 km dibawah permukaan (White and Hedenquist, 1995; Almanden Minerals, 2009; Gambar 6). Mineralisasi ini dicirikan dengan kandungan Cu yang rendah serta keberadaan Zn dan Pb yang umum dijumpai dalam bentuk urat, pengisian pada rongga batuan (*cavity filling*) dan ubahan hidrotermal yang dicirikan dengan kehadiran mineral adularia dengan tekstur mineral kuarsa berupa *banded* (berlapis), *vuggy* (berongga), *colloform*, *masif*, dan *crackle breccia* (Gambar 7a-d).

Sebaliknya pada epitermal sulfida tinggi keberadaan Zn sangat rendah bila dibandingkan dengan kandungan mineral lainnya. Pirit sangat berlimpah pada tipe ini dan keberadaan Pb dan Cu sangat umum (Tabel 2 dan Tabel 3). Mineralisasi terbentuk dalam sistem magmatik-hidrotermal yang didominasi oleh fluida hidrotermal yang asam, dimana terdapat fluktuasi larutan magmatik dan uap (*vapor*) yang mengandung H₂O, CO₂, HCL, H₂S dan SO₂ dengan variable input dari air meteorik lokal yang dicirikan dengan kehadiran mineral alunit,

kaolinit, dan pirofillit. (White dan Hedenquist, 1995).

Di daerah telitian ini, beberapa tubuh bijih yang dijumpai di daerah Bk. Simajolelo, Bk. Dam Pulau Banda, Poeding 11, telah menjadi fokus penelitian. Mineralisasi yang dijumpai didaerah ini didominasi oleh emas dan perak yang diikuti oleh kenaikan sfalerit dan galena. Mineral lain dengan jumlah sedikit adalah kalkopirit yang dijumpai setempat-setempat. Di Bk. Simajolelo kehadiran breksi termineralisasi dengan komponen batuan gunung api diperkirakan sebagai breksi hidrotermal yang terjadi akibat tekanan larutan hidrotermal yang cukup tinggi terkurung oleh lapisan batuan dan tiba-tiba menghancurkan batuan penutup di atasnya (batuan metamorf) pada zona lemah yang dipengaruhi oleh struktur patahan. Kehadiran breksi hidrotermal semacam ini mengindikasikan adanya pembentukan mineralisasi logam yang terbawa keatas bersamaan dengan larutan hidrotermal tersebut.

Pada daerah ini pirit sangat umum dijumpai, berwarna putih kekuningan, berbutir halus-kasar, bentuk anhedral-subhedral, sebagian kubik, terdapat tersebar tidak merata pada urat yang memperlihatkan tekstur bercabang (*branching*) dan hancuran (*fracturing*) beberapa telah teroksidasi. Sfalerite (ZnS), berwarna abu-abu kehitaman kadang ada yang coklat, refleksi kemerahan, bentuk anhedral, berbutir halus, kilap logam. Kalkopirit tidak memperlihatkan kristal yang baik dan tersebar sangat sedikit berupa jejak berwarna kekuningan, sebagian kalkopirit telah berubah menjadi kovelit berwarna biru dengan batuan samping lava andesitik dan tufa- breksi (Gambar 8). Galena berwarna abu-abu kehitaman/kelabu timbal, kilap logam, bentuk kristal buram-transparan, isometrik, masif, ukuran butir halus-kasar, bentuk kubus berasosiasi dengan kalsit dan dolomit. Emas selalu hadir dalam urat kuarsa yang teroksidasi, berwarna kuning lilin, tidak mengkilap, butir sangat halus, mengisi rongga dan selalu berasosiasi dengan perak. Secara megaskopis emas sangat sulit diamati, tetapi emas selalu hadir dengan kandungan 0,1 g/t - 1,72 g/t. Mineralisasi yang terbentuk pada daerah ini (Au, Ag, Zn, Pb, Cu) dalam cebakan Lubuk Gadang mempunyai kesamaan dengan cebakan tipe urat epitermal sulfida rendah seperti di Pongkor (Jawa Barat), Pasaman, Lebong Tandai (Bengkulu), Sungai Tubo-Musi Rawas (Sumatera Selatan), dan El-Fuego (Mexico).

Alterasi dan mineralisasi didaerah penelitian terbentuk pada suhu <150 °C – ~300 °C, yang diawali proses hidrotermal. Pirit (FeS₂)

terbentuk paling awal bersamaan dengan munculnya mineral epidot/ubahan propilitik. Selanjutnya dengan terus naiknya larutan hidrotermal melalui bidang sesar, atau rekahan-rekahan dan berlangsungnya proses hidrotermal, terbentuklah kalkopirit (CuFeS_2) bersamaan dengan terbentuknya sfalerit (ZnS). Kemudian terbentuk galena (PbS) dan bersamaan dengan ini terbentuk ubahan filik-argilik-propilitik. Propilitik dicirikan dengan kehadiran klorit, karbonat dan epidot, argilik dicirikan dengan munculnya mineral lempung yang banyak di daerah telitian, sedangkan filik dicirikan dengan mineral ubahan serisit dan silika. Dengan munculnya mineral tersebut (pirit, kalkopirit, dan sfalerit), diperkirakan proses hidrotermal berlangsung terus hingga temperatur 100°C , yang ditandai dengan munculnya mineral ubahan derajat rendah.

Pengamatan mineralogi menunjukkan emas berasosiasi dengan perak dan logam dasar. Analisis unsur menunjukkan adanya kandungan emas, perak dan logam dasar di Poeding 11 berkisar 0,11 – 23,65 % Pb, 0,13 – 10,14 % Zn, 0,08 % Cu, <0,1 – 309 g/t Ag, <0,1 – 1,32 g/t Au. Kandungan mineral di Bukit Dam Pulo Banda 0,009 – 0,30 % Pb, 0,59 – 16,31 % Zn, 0,09 – 0,29 % Cu, <10 – 18 g/t Ag, dan <0,1 – 1,72 % Au. Di Bukit Simajolelo 0,006 – 0,01 % Pb, 6,78 – 28,19 % Zn, rata-rata 14,72 %, 0,12 – 0,56 % Cu, rata-rata 0,28 %, dan <10 – 17 g/t Ag, <0,1 – 1,40 g/t Au (Gambar 9).

Daerah ini sangat menarik jika dilihat dari nilai anomali kandungan unsurnya. Namun demikian, penelitian rinci pada daerah ini belum dilakukan, terutama penelitian yang berkaitan dengan asosiasi kandungan mineral bijih, larutan hidrotermal, pembentukan tubuh bijih dan jenis ubahan. Berdasarkan nilai anomali unsur Au, Ag, Pb, Zn, dan Cu, khususnya kandungan unsur Cu yang tidak rendah, ditunjang dengan tekstur yang berkembang pada mineral ubahan hidrotermal maka diperkirakan mineralisasi daerah ini termasuk kedalam tipe cebakan

epitermal sulfida rendah (*low sulphidation epithermal deposits*).

KESIMPULAN

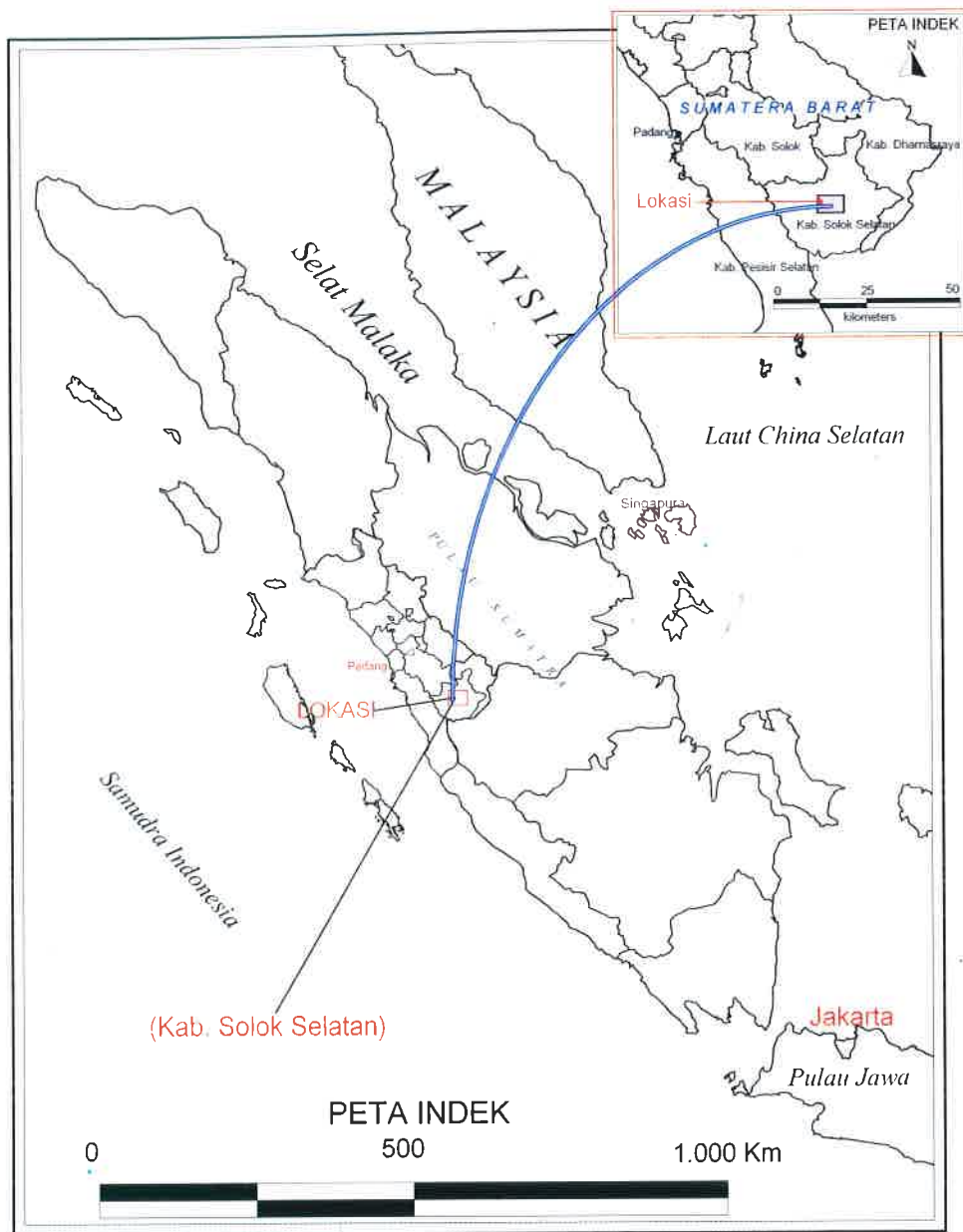
Cebakan emas di daerah Lubuk Gadang terbentuk pada tatanan tektonik vulcano-plutonic arcs (busur kepulauan/benua) yang berasosiasi dengan zona subduksi dan berkaitan erat dengan Sesar Besar Sumatera. Daerah ini diduga kuat merupakan bagian dari sistem mineralisasi epitermal, yang ditunjukkan dengan teridentifikasinya urat kuarsa dengan tekstur bercabang (*branching*) dan hancuran (*fracturing*), *banded*, *colloform*, *massive*, *breccia*, *crackle breccia* mengandung mineral-mineral sulfida menembus batuan metamorf oleh intrusi granit yang membawa larutan hidrotermal. Berdasarkan unsur kimia batuan, pengamatan secara megaskopis terhadap tekstur yang terkait, adanya kontrol struktur, asosiasi intrusi magmatik, komposisi mineralogi batuan dan asosiasi dari alterasi hidrotermal maka daerah ini diperkirakan merupakan sistem mineralisasi epitermal sulfida rendah pada lingkungan busur.

Ucapan Terima Kasih

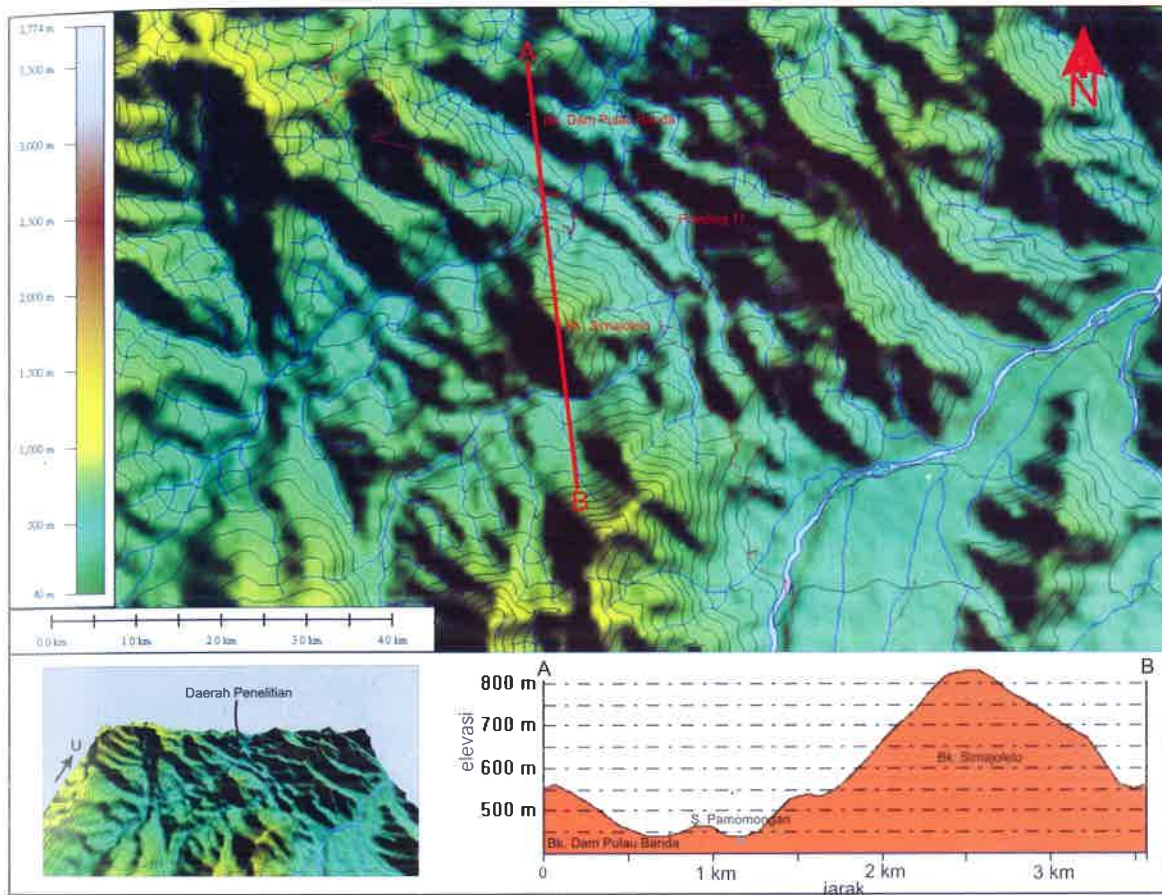
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bpk. Heryanto (PT. Mitra Mandiri Cemerlang) yang telah memberi izin untuk menggunakan hasil uji laboratorium kimia dalam makalah ini. Terima kasih kepada Sdri. Lia Novelia Agung, ST atas saran inasukannya, Bpk Ir. Teuku Ishlah dan Bpk Ir. Armin Tampubolon, M.Sc atas motivasi, saran dan diskusi. Juga kepada Bpk Dr. Ir. Bambang Tjahjono S, M.Sc atas koreksi dan estetika penulisan dalam makalah ini sehingga dapat diterbitkan dalam Buletin Sumber Daya Geologi.

ACUAN

- Almanden Minerals, Vein system and types of deposits. [http:// www.almandenminerals.com/geoskool/vein system.html](http://www.almandenminerals.com/geoskool/vein%20system.html)[24 July 2007].
- Corbett G.J. dan Leach T.M, 1996. Southwest Pacific RIM Gold-Copper System : Structure, Alteration and Mineralization. Society of Economic Geologist Special Publication 6, 234 h.
- Crow, M.J, 1993. The Simplified Geology and Metaliferous Mineral Occurrences of Painan Quadrante, BOS and DMR.
- Katili, J.A. 1975. Volcanism and Plate Tectonic in the Indonesia Island Arc. Tectonophysics.
- Rosidi H.M.D., dkk, 1996, Peta Geologi Lembar Painan dan Bagian Timur Laut Lembar Muara Siberut skala 1 : 250.000.
- van Bemmelen R.W, 1949, The geology of Indonesia, Government Printing Office, The Hague
- White, N.C. and Hedenquist, J.W, 1995, Epithermal Gold Deposits : Styles, Charateristics and Exploration. Publised in SEG Newsletter, No.23,pp.1-9-13.



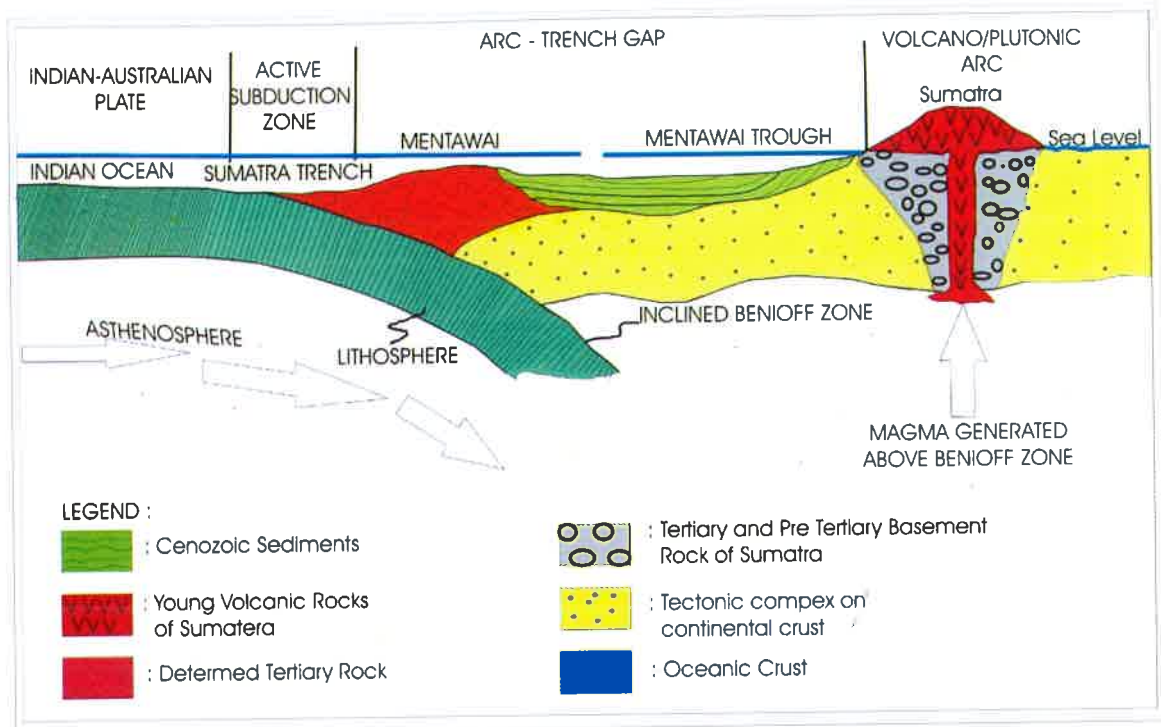
Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.



Gambar 2. Morfologi daerah telitian dari Digital Elevation Model Lubuk Gadang dan sekitar.



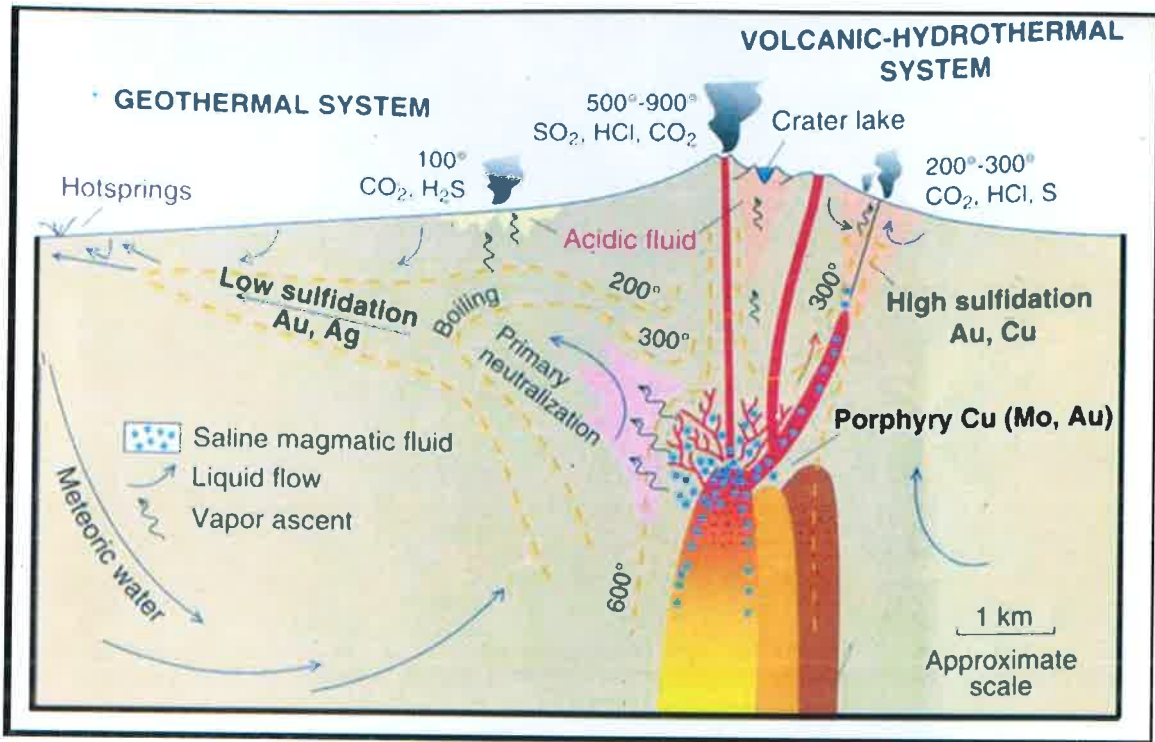
Gambar 3(a). Bangunan bekas pertambangan pemerintah Belanda, (b). Lubang tambang dengan type Horizontal Roadway System.



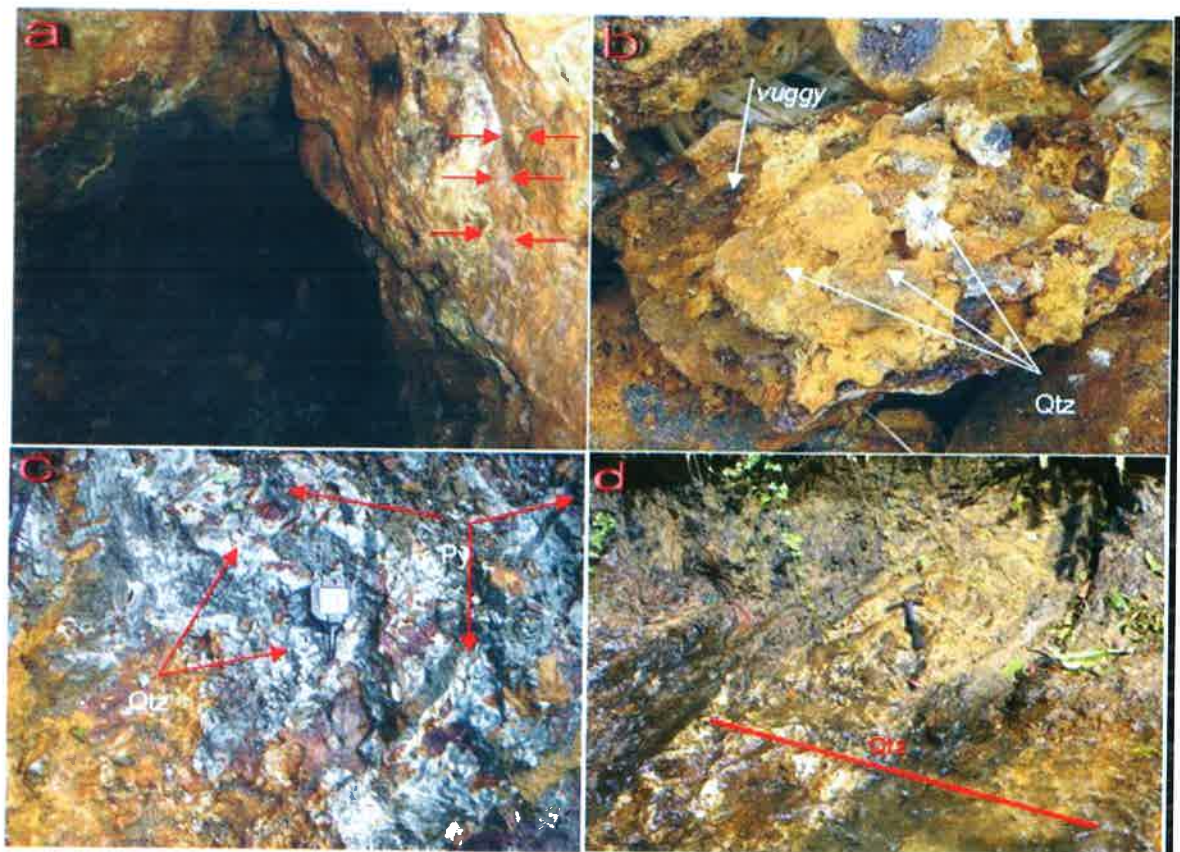
Gambar 4. Penampang Pulau Sumatera (daerah penelitian) berada pada posisi "volcanic/plutonic arc" atau busur magmatik (Katili, 1975).



Gambar 5(a). Breksi vulkanik dengan komposisi andesitik, (b) ubahan argilik petunjuk mineralisasi, (c) Andesit terpopilitkan mengandung logam, (d) galena dalam urat kuarsa, (e-f) Urat kuarsa (Qtz) mengisi batu sabak sejajar bidang foliasi.



Gambar 6. Pola pembentukan mineralisasi cebakan epitermal dalam suatu sistem lingkungan hidrotermal (White dan Hedenquist, 1995)



Gambar 7(a). Banded dan colloform, (b) vuggy dan beccia dalam urat kuarsa yang ditunjukkan oleh anak panah, (c) crackle breccia dalam urat kuarsa (Qtz) digantikan urat pirit (Py), (d) banded dan masif.



Gambar 8(a-b). Mineralisasi Daerah Bk. Simajolelo, (c-d) mineralisasi daerah Bk. Dam Pulau Banda

MAKALAH ILMIAH

Tipe Cebakan	Unsur Yang Berlimpah	Unsur Yang Rendah
Sulfida Rendah (Low Sulfidation)	Au, Ag, As, Sb, Zn, Pb, Hg, Se, K, Ag/Au	Cu
Sulfida Tinggi (High Sulfidation)	Au, Ag, As, Sb, Bi, Cu, Pb, Zn, Te, Sn, Mo	Zn, Ag/Au, K

Tabel 2. Asosiasi geokimia pada cebakan tipe epitermal (White dan Hedenquist, 1995).

No.	Mineral	Sulfida Rendah	Sulfida Tinggi
1	Pirit (FeS_2)	berlimpah/tdk terbatas	berlimpah/tdk terbatas
2	Sfalerit (ZnS)	umum dijumpai	umum/sangat sedikit
3	Galenit (PbS)	umum dijumpai	umum/sangat sedikit
4	Kalkopirit (CuFeS_2)	umum/sangat sedikit	umum/sedikit
5	Enargit-Luzonit (Cu_3AsS_4)-As,Sb	jarang /sangat sedikit	banyak/umum
6	Tennantit-Tetrahedrite (Cu, Fe)	umum dijumpai	umum dijumpai
7	Kovelit (CuS)	tidak umum/sangat sedikit	umum/sedikit
8	Stibnit/Antimonit (Sb_2S_3)	jarang /sangat sedikit	jarang/sangat sedikit
9	Opermen (As_2S_3)	jarang/ sangat sedikit	jarang /sangat sedikit
10	Realgar (AsS)	umum/sedikit	jarang/sangat sedikit
11	Arsenopirit (FeAsS)	umum dijumpai	jarang/sangat sedikit
12	Sinnabar (HgS)	tidak umum/sedikit	jarang/sangat sedikit
13	Electrum (Au,Ag)	tidak umum/sangat sedikit	umum/sedikit
14	Emas Murni (Au)	umum/sangat sedikit	umum/sedikit
15	Tellurium-Selenida (Te, Se)	umum/sangat sedikit	umum dijumpai

Tabel 3. Mineral-mineral dalam tubuh bijih yang kaya akan Au pada cebakan epitermal (White dan Hedenquist, 1995).

SUATU PEMIKIRAN UNTUK MEMANFAATKAN
POTENSI BATUBARA FORMASI TANJUNG
DIDAERAH LEMO, KALIMANTAN TENGAH
SEBAGAI KOKAS

Oleh :
Deddy Amarullah
Kelompok Program Penelitian Energi Fosil Pusat Sumber Daya Geologi

S a r i

Di daerah Lemo, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah terdapat dua formasi pembawa batubara, yaitu Formasi Tanjung yang berumur Eosen Akhir dan Formasi Warukin yang berumur Miosen Tengah-Akhir. Batubara yang terdapat pada Formasi Tanjung termasuk kedalam batubara peringkat tinggi ("high rank coal"), sedangkan yang terdapat pada Formasi Warukin termasuk kedalam kelompok batubara peringkat rendah-menengah ("low-medium rank coal"). Geologi batubara daerah Lemo seperti sebaran, ketebalan serta sumberdaya batubaranya telah diselidiki.

Berdasarkan hasil analisis proksimat, batubara pada Formasi Tanjung mempunyai potensi sebagai batubara kokas, dicirikan oleh kisaran angka "volatile matter", kandungan abu dan kandungan "sulphur" yang sesuai dengan yang diperlukan untuk kokas, { "volatile matter" (adb) 19 % - 31 %, kandungan abu (adb) 6 % - 12 %, dan kandungan "sulphur" (adb) 0,4 % - 1,0 %}. Diharapkan ada kajian lebih lanjut untuk batubara Formasi Tanjung agar bisa dimanfaatkan sebagai kokas, melalui analisis petrografi organik, "free swelling index", "fluidity", "dilatation", "gray king coke" dan "roga index".

Kata Kunci : Batubara, analisis, Kokas

Abstract

In Lemo area, Barito Utara District, Central Kalimantan Province there are two coal bearing formations have been identified, Late Eocene Tanjung Formation and Middle-Late Miocene Warukin Formation. Coal of the Tanjung Formation is catagorized as high rank coals, whereas the Warukin Formation coal is classified as low-medium rank coal. The geology of Lemo coal such as its distributions, thickness and coal resources has been investigated.

Proximate anlysis data, particularly volatile matter, ash content, and sulphur content shows that coal of the Tanjung Formation are suitable for coke, { volatile matter (adb) 19 % - 31 %, ash content (adb) 6 % - 12 %, and sulphur content (adb) 0,4 % - 1,0 %. Advanced study is needed to determine the possibility of developing the Tanjung Formation coals to be come coke by conducting analyses of organic petrography, free swelling index, fluidity,dilatation, gray king coke, and roga index.

Key word : Coal, Analysis, Coke

PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu komoditi yang diperlukan untuk bahan baku energi. Saat ini pemerintah sedang meningkatkan pemanfaatan batubara sebagai energi alternatif, baik untuk keperluan domestik seperti dalam sektor industri, pembangkit tenaga listrik maupun untuk ekspor.

Endapan batubara terdapat sangat melimpah di Indonesia terutama di Sumatera dan Kalimantan, berdasarkan umurnya batubara tersebut dibedakan menjadi dua kelompok yaitu kelompok batubara berumur Paleogen dan Neogen.

Didalam neraca batubara Indonesia, nilai kalori dijadikan patokan untuk menentukan peringkat batubara (Direktorat Inventarisasi

Sumberdaya Mineral, 2005). Batubara Paleogen umumnya termasuk kedalam batubara peringkat tinggi, sedangkan batubara Neogen umumnya termasuk kedalam batubara peringkat rendah sampai sedang. Batubara Paleogen biasanya dijadikan sebagai komoditi ekspor, sedangkan batubara Neogen biasa dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik.

Didalam batubara berumur Paleogen yang termasuk kedalam batubara peringkat tinggi (*high rank coal*) diperkirakan terdapat batubara yang berpotensi untuk dijadikan kokas atau *coke (coking coal)*, tapi masih perlu dilakukan pengujian dengan parameter-parameter yang lain, karena persyaratan untuk *coke* tidak hanya nilai kalori saja.

Di daerah Lemo Kalimantan Tengah terdapat endapan batubara peringkat tinggi yang diduga berpotensi untuk dijadikan kokas, yaitu yang terdapat dalam Formasi Tanjung. Oleh karena itu didalam makalah ini akan dibahas karakteristik batubara daerah Lemo yang diharapkan batubara tersebut bisa dikembangkan menjadi kokas.

GEOLOGI REGIONAL

Secara geologi daerah Lemo termasuk kedalam peta geologi Lembar Muaratewe (S. Supriatna dkk., 1995) dan peta geologi Lembar Buntok (Soetrisno dkk., 1994). Daerah Lemo terletak dipinggiran Cekungan Barito bagian utara yang terbentuk pada Awal Tersier. Didalam Cekungan Barito bagian utara terdapat beberapa kelompok formasi batuan, dengan dasar cekungan adalah batuan berumur Pra Tersier, yang terdiri dari batuan beku, batuan metamorf dan batuan meta sedimen.

Menurut S. Supriatna dkk. (1995) dan Sutrisno dkk (1994) stratigrafi batuan berumur Tersier Cekungan Barito bagian utara secara berurutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut.

Formasi Tanjung merupakan batuan Tersier paling tua dan sebagai formasi pembawa batubara. Menurut S. Supriatna (1995) Formasi Tanjung seumur dengan Formasi Batu Kelau dan Batupasir Haloq yang terdapat di bagian Utara daerah Lemo, yaitu berumur Eosen Akhir. Selain itu terdapat batuan berumur Eosen Akhir namun terletak diatas Formasi Tanjung, Batu Kelau dan Batupasir Haloq yang dinamakan Formasi Batu Ayau. Selaras diatas Formasi Batu Ayau terdapat Formasi Ujohbilang yang berumur Oligosen Awal.

Diatas Formasi Ujohbilang terdapat Formasi Berai yang menjari jemari dengan Formasi Montalat, Karamuan dan Purukcahu yang berumur Oligosen Akhir. Didalam Formasi

Karamuan terdapat Anggota Batugamping Jangkan dan didalam Formasi Purukcahu terdapat Anggota Batugamping Penuut. Kedudukan ketiga formasi tersebut dengan formasi dibawahnya adalah tidak selaras, tetapi disebelah selatan daerah Lemo kontak antara Formasi Tanjung dengan Formasi Berai dan Montalat adalah selaras, dan tidak ditemukan endapan Formasi Karamuan, Formasi Purukcahu, Formasi Ujohbilang, Formasi Batu Kelau dan Batupasir Haloq.

Diatas Formasi Berai dan Montalat terdapat Formasi Warukin yang mengandung batubara, berumur Miosen Tengah-Akhir. Di bagian daerah Lemo diendapkan Formasi Kelinjau yang seumur dengan Formasi Warukin. Kontak antara Formasi Warukin dengan formasi dibawahnya tidak selaras.

Secara tidak selaras diatas Formasi Warukin terdapat Formasi Dahor yang berumur Plio-Plistosen. Endapan yang paling atas adalah Aluvium yang terdiri dari karakal, kerikil dan pasir.

Selain endapan-endapan yang telah disebutkan diatas terdapat terobosan-terobosan batuan beku bersifat andesitik dan dioritik yang terjadi pada Miosen Awal, dinamakan Intrusi Sintang.

Secara umum perlapisan batuan di daerah Lemo membentuk lipatan yang berarah Baratdaya- Timurlaut sampai Selatan Utara.

Di beberapa tempat lipatan-lipatan tersebut mengalami penunjaman dan pencuatan, bahkan ada yang tergeserkan akibat pengaruh sesar.

ENDAPAN BATUBARA

Batubara di daerah Lemo terdapat dalam Formasi Tanjung dan Warukin. Berdasarkan letak singkapan yang ditemukan, batubara daerah Lemo dapat dikelompokkan menjadi beberapa blok, yaitu Blok Tangucin, Nyaung, Jelutung dan Blok Layang pada Formasi Tanjung, dan Blok Juloi serta Blok Berioi pada Formasi Warukin.

Blok Tangucin

Batubara disini terdiri dari dua lapisan yang membentuk antiklin berarah Baratdaya-Timurlaut atau dengan arah jurus antara N30°E-N40°E dan antara N230°E-N240°E dengan sudut kemiringan berkisar antara 20° - 45°. Tebal lapisan atas pada sayap bagian Barat sekitar 4,60m dengan panjang sebaran ke arah jurus sekitar 1.000m. Tebal lapisan ke dua sekitar 4.20 m dengan panjang sebaran sekitar 2.000m. Tebal lapisan atas pada sayap bagian

Timur sekitar 7,10 m, panjang sebaran sekitar 1.500 m. Tebal lapisan ke dua sekitar 2,50 m dengan panjang sebaran sekitar 1.000 m.

Blok Nyaung

Batubara pada blok ini hanya terdiri dari satu lapisan, tebalnya berkisar antara 2,10 m – 3,10 m, arah jurus berkisar antara N75°E-N80°E, besar sudut kemiringan lapisan sekitar 40°, panjang sebaran ke arah jurus sekitar 1.500 m.

Blok Jelutung

Batubara di Blok Jelutung terdiri dari dua lapisan dengan arah jurus lapisan berkisar antara N40°E-N60°E, tebal lapisan atas berkisar antara 1,50 m – 2,50 m, panjang sebara sekitar 1.500 m, kemiringan lapisan sekitar 25°. Tebal lapisan ke dua sekitar 1,50 m, panjang sebaran sekitar 1.500m, kemiringan lapisan berkisar antara 20°-35°.

Blok Layang

Batubara di blok ini terdiri dari satu lapisan yang membentuk antiklin dengan arah jurus N220°E dan N70°E, tebal lapisan sayap barat sekitar 1,00m, kemiringan lapisan sekitar 60°, tebal sayap Timur sekitar 2,25 m, kemiringan lapisan sekitar 25°, sebaran ke arah jurus sekitar 1.000m.

Blok Juloi

Terdiri dari dua lapisan batubara dengan jurus lapisan sekitar N60°E, tebal lapisan atas sekitar 2,50 m, kemiringan lapisan 20°. Tebal lapisan ke dua sekitar 1,25 m, kemiringan lapisan sekitar 35°, panjang sebaran ke arah jurus sekitar 1.000 m.

Blok Berioi

Terdiri dari satu lapisan batubara yang tebalnya sekitar 3,00 m, arah jurus N25°E, kemiringan lapisan sekitar 25°, panjang sebaran sekitar 1.000 m.

KUALITAS BATUBARA

Secara megaskopis batubara daerah Lemo yang ditemukan pada Formasi Tanjung berwarna hitam, mengkilap, rapuh atau *brittle*, pecahannya berbentuk kubus, kadang-kadang terdapat pirit. Sedangkan batubara yang ditemukan pada Formasi Warukin berwarna hitam kecoklat-coklatan, kusam sampai mengkilap, agak rapuh sampai keras, pecahannya konkoidal, kadang-kadang terdapat resin.

Hasil analisis proksimat, SG, dan Nilai Kalori dari beberapa conto batubara di laboratorium Direktorat Sumberdaya Mineral

(1992), menunjukkan nilai kalori batubara Formasi Tanjung (adb) berkisar antara 6970 cal/gr – 8310 cal/gr, kandungan abu (adb) 0,7 % - 10,2 %, dan *volatile matter* (adb) 6,6 % - 42,4 % (tabel 3). Apabila dikelompokan berdasarkan klasifikasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*) batubara Formasi Tanjung termasuk kedalam kelompok *bituminous high volatile* sampai *low volatile*. Batubara yang termasuk kedalam kelompok *bituminous low volatile* adalah dari Blok Layang, yaitu dengan kandungan *volatile matter* 6,6 %.

Didalam pengelompokan batubara berdasarkan klasifikasi ASTM menggunakan dua parameter. Untuk batubara peringkat rendah sampai sedang (kelompok *lignite* sampai *bituminous high volatile*) digunakan nilai kalori. Untuk batubara peringkat tinggi (kelompok *bituminous medium volatile* sampai *anthracite*) digunakan *fixed carbon*. Oleh karena itu untuk batubara yang mempunyai *fixed carbon* tinggi maka nilai kalorinya tidak diperhatikan lagi.

KOKAS ATAU COKE

Kokas merupakan istilah yang digunakan untuk batubara yang mempunyai kemampuan untuk meleleh atau melebur dan membentuk residu yang koheren (*coherent residu*) pada saat dipanaskan, residu tersebut kemudian mengeras sehingga disebut *cake* (Coolin R. Ward, 1984). Batubara seperti ini digunakan dalam pabrik pengolahan besi dan baja, berfungsi sebagai energi panas dan sebagai bahan untuk bijih besi (*iron ore*) yang larut ketika berada dalam tungku (*blast furnace*). Oleh karena itu selain disebut kokas oleh R.M. Bustin (1983) disebut juga sebagai *metallurgical coke*.

Batubara yang bisa dijadikan sebagai kokas adalah batubara dengan kriteria-kriteria tertentu, jadi tidak setiap batubara bisa dijadikan kokas. H.C. Rance (1975) telah membuat kriteria-kriteria yang diperlukan untuk kokas seperti terlihat pada tabel 4.

Kriteria lain yang diperlukan untuk kokas adalah seperti yang dirangkum oleh Laver & Laverick (1978), pada tabel 5, yaitu data yang menggambarkan kualitas rata-rata batubara yang terpilih untuk kokas di Australia, U.S.A. dan Jerman.

PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kalori batubara Formasi Tanjung lebih tinggi dari batubara Formasi Warukin. Oleh karena itu dalam konteks batubara kokas, potensi batubara yang akan dibahas disini adalah batubara pada Formasi Tanjung.

Beberapa parameter yang diperlukan untuk memenuhi kriteria batubara kokas telah diungkapkan oleh H.C. Rance (1975) serta Laver & Laverick (1978) diantaranya parameter *volatile matter*, kandungan *ash* dan *sulphur*. Menurut H.C. Rance (1975) *volatile matter* yang diperlukan untuk kokas sangat bervariasi, untuk batubara *low volatile* berkisar antara 16 %-21 % (dmmf), untuk batubara *medium volatile* berkisar antara 21 %-26 % (dmmf), dan untuk batubara *high volatile* berkisar antara 26 % - 31 % (dmmf), sedangkan menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 19 % - 37 % (adb).

Volatile matter batubara Lemo berdasarkan hasil analisis dalam *air dried basis* (adb) berkisar antara 6,6 % - 42,4 %, apabila nilai *volatile matter* batubara Lemo dikonversikan ke *dry mineral matter free* (dmmf) maka kisaran angkanya akan menjadi lebih kecil lagi. Sehingga *volatile matter* sebagian batubara Lemo sudah sesuai dengan kriteria yang diperlukan untuk batubara kokas menurut H.C. Rance (1975) atau Laver & Laverick (1978).

Kandungan abu atau *ash content* untuk kokas menurut H.C. Rance (1975) berkisar antara 6 % - 12 % (adb) atau menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 6 % - 10 % (adb). Kandungan abu pada batubara Formasi Tanjung di daerah Lemo berkisar antara 0,7 % - 10,2 % (adb), berarti ditinjau dari parameter kandungan abu, menunjukkan bahwa batubara daerah Lemo sesuai untuk diolah sebagai batubara kokas.

Kandungan belerang atau *sulphur content* pada batubara daerah Lemo berkisar antara 0,31 % - 1,38 % (adb) sedangkan kandungan *sulphur* yang diperlukan untuk kokas menurut H.C. Rance (1975) berkisar antara 0,6 % - 1,0 % (adb) atau menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 0,4 % - 1,0 %. Berdasarkan parameter kandungan *sulphur*, sebagian batubara daerah Lemo sudah sesuai dengan kandungan *sulphur* yang diperlukan untuk kokas.

Parameter-parameter lain yang masih diperlukan untuk kokas tapi belum dilakukan terhadap batubara Lemo, diantaranya adalah petrografi organik yaitu yang menentukan komposisi maseral dan nilai replektan pada vitrinit, *Free Swelling Index* atau *Crusible Swelling Number*, *Fluidity*, *Dilatation*, *Gray King Coke* dan *Roga Index*.

Free Swelling Index atau *Crusible Swelling Number* adalah pengujian untuk mengetahui tingkat pengembangan pada batubara yang disimpan pada *crusible* kemudian dipanaskan sampai sekitar 800°C, hasil pemanasan tersebut akan menyisakan *coke button*. Selanjutnya *coke button* tersebut diukur dengan standar yang dipakai pada *British*

Standard, dengan kisaran angka *swelling* dari 0 sampai 9.

Fluidity atau disebut juga *viscosity* adalah pengujian untuk mengetahui plastisitas atau kekenyalan batubara yang dipanaskan antara 300°C sampai 600°C dengan menggunakan alat yang disebut *Gieseler Plastometer*.

Dilatation adalah pengujian untuk mengetahui penyusutan atau pengembangan batubara yang dipanaskan secara perlahan. Alat yang biasa dipakai untuk menguji *dilatation* adalah *Dilatometer type Audibert-Arnu*.

Gray King Coke adalah pengujian untuk mengetahui karakteristik atau tipe batubara, seperti dalam hal kemudahan mengembang, menyusut, sifat koheren, atau *inert* ketika dipanaskan antara 300°C-600°C. Pengelompokannya mengacu pada klasifikasi dari *British standard* dengan menggunakan huruf, yang berkisar dari huruf A sampai G dan G1 sampai G14.

Roga Index adalah pengujian untuk mengetahui kapasitas kepaduan (*cohesion*) residu yang mengeras atau *cake*, yaitu dengan cara mencampurkan 1 gr conto batubara dengan 5 gr standar antrasit kemudian dipress dan dipanaskan sampai 850°C pada *crusible* standar selama 15 menit. *Roga Index* ditentukan dari presentase material kasar yang tersisa.

Diharapkan dari data awal ini, dapat dilakukan studi lanjut mengenai potensi batubara Lemo untuk dikembangkan menjadi kokas, terutama melalui beberapa analisis seperti disebutkan diatas.

KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Di daerah Lemo, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah terdapat endapan batubara peringkat tinggi (*high rank coal*) yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai batubara kokas, yaitu yang terdapat pada Formasi Tanjung yang berumur Eosen Akhir.
2. Dari hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa batubara pada Formasi Tanjung dicirikan oleh kisaran angka *volatile matter* (adb) 6,6 % - 42,4 %, kandungan abu (adb) 0,7 % - 10,2 %, dan kandungan *sulphur* (adb) 0,31 % - 1,38 %.
3. Menurut H.C. Rance (1975) *volatile matter* yang diperlukan untuk kokas sangat bervariasi, untuk batubara *low volatile*

berkisar antara 16 %-21 % (dmmf), untuk batubara *medium volatile* berkisar antara 21 %-26 % (dmmf), dan untuk batubara *high volatile* berkisar antara 26 % - 31 % (dmmf), sedangkan menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 19 % - 37 % (adb).

4. Kandungan abu atau *ash content* untuk kokas menurut H.C. Rance (1975) berkisar antara 6 % - 12 % (adb) atau menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 6 % - 10 % (adb). Kandungan abu pada batubara Formasi Tanjung di daerah Lemo berkisar antara 0,7 % - 10,2 % (adb), berarti ditinjau dari parameter kandungan abu, menunjukkan bahwa batubara daerah Lemo sesuai untuk diolah sebagai batubara kokas.
5. Kandungan belerang atau *sulphur content* pada batubara daerah Lemo berkisar antara 0,31 % - 1,38 % (adb) sedangkan kandungan *sulphur* yang diperlukan untuk kokas menurut H.C. Rance (1975) berkisar antara 0,6 % - 1,0 % (adb) atau menurut Laver & Laverick (1978) berkisar antara 0,4 % - 1,0 %. Berdasarkan parameter kandungan *sulphur*, sebagian batubara

daerah Lemo sudah sesuai dengan kandungan *sulphur* yang diperlukan untuk kokas.

6. Parameter-parameter lain yang masih diperlukan untuk kokas tapi belum dilakukan terhadap batubara Lemo, diantaranya adalah petrografi organik yaitu yang menentukan komposisi maseral dan nilai replektan pada vitrinit, *Free Swelling Index* atau *Crusible Swelling Number*, *Fluidity*, *Dilatation*, *Gray King Coke* dan *Roga Index*.
7. Diharapkan dari data awal ini, dapat dilakukan studi lanjut mengenai potensi batubara Lemo untuk dikembangkan menjadi kokas, terutama melalui beberapa analisis seperti disebutkan diatas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pak Herudiyanto yang telah memeriksa dan mengedit tulisan ini.

ACUAN

- Amarullah D., Margani U., Saksono, Priatna N., Priono, Sudiro, 2002 : *Inventarisasi dan Evaluasi Endapan Batubara Kabupaten Barito dan Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*, Proyek Inventarisasi dan Evaluasi Bahan Galian Mineral Indonesia, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Laporan.
- Bustin R.M., Cameron A.R., Grieve D.A., Kalkreuth W.D., 1983 : *Coal Petrology Its Principles, Methods, and Applications*, Geological Association of Canada, Short Course Notes, Volume 3.
- Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral, 2005 : *Neraca Batubara Indonesia*, Laporan.
- Rance H. C., 1975 : *Coal Quality Parameters and their Influence in Coal Utilisation*, Shell International Petroleum Co. Ltd, Technical Reports on Coal.
- Soetrisno, Supriatna S., Russtandi E., Sanyoto P., Hasan K., 1994 : *Peta Geologi Lembar Buntok, Peta Geologi Bersistem Indonesia Skala 1 : 250.000*, PPPG.
- Supriatna S., Sudradjat A., Abidin H. Z., 1995 : *Peta Geologi Lembar Muaratewe, Peta Geologi Bersistem Indonesia Skala 1 : 250.000*, PPPG.
- Ward Colin R., 1984 : *Coal Geology and Coal Technology*, Blackwell Scientific Publications.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Lemo

Tabel : 1 STRATIGRAFI CEKUNGAN BARITO BAGIAN UTARA

UMUR		FORMASI		
KUARTER	HOLOSEN	Aluvium		
	PLISTOSEN	Dahor		
TERSIER	PLIOSEN			
	MIOSEN	AKHIR	Warukin	Kelinjau
		TENGAH		
		AWAL		
	OLIGOSEN	AKHIR	Berai, Montalat, Karamuan, ABtg Jangkan	Purukcahu, ABtg Penuut
		AWAL	Ujohbilang	
	EOSEN	AKHIR	Tanjung, Batu ayau, Bt. Pasir Haloq	Bt. Pasir Haloq & Batu Kelau
		TENGAH		
		AWAL		
	PALEOSEN			
PRA TERSIER	Batuau beku, metamorf dan meta sedimen			

Intrusi Sintang

Sumber : Supriatna S dkk (1995) & Sutrisno dkk (1994)

Tabel 2. Endapan Batubara Daerah Lemo

Formasi	Blok	Endapan Batubara		
		No. Seam	Dip (°.°)	Tebal (m)
Tanjung	Tangucin	1	20°-45°	5,85
		2	20°-45°	3,35
	Nyaung	1	40°	2,60
	Jelutung	1	25°	2,00
		2	20°-35°	1,50
Layang	1	40°	1,63	
Warukin	Juloi	1	20°	2,50
		2	35°	1,25
	Berioi	1	25°	3,00

Sumber : Deddy Amarullah (2002)

Tabel 3. Kualitas Batubara Daerah Lemo

Formasi	Blok	No. Seam	FM ar (%)	TM ar (%)	M adb (%)	VM adb (%)	FC adb (%)	Ash adb (%)	S Adb (%)	CV adb (Cal/gr)	SG
Tanjung	Tanguchin	1	1,5	4,0	2,9	42,4	48,3	6,4	0,33	7540	1,25
		2	1,0	3,8	3,1	39,6	47,1	10,2	0,43	6970	1,28
	Nyaung	1	1,4	3,3	2,1	39,1	58,1	0,7	0,61	8310	1,23
	Jelutung	1	4,3	6,5	2,3	29,9	61,7	6,1	1,38	7840	1,28
		2	3,8	9,0	5,2	25,1	67,8	1,9	0,62	7500	1,27
	Layang	1	2,7	6,3	2,1	6,6	86,0	3,8	0,74	7825	1,40
Warukin	Juloi	1	6,9	29,9	17,7	39,8	40,5	2,0	0,31	5385	1,28
		2*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Berioi	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan * = conto batubara tidak dianalisa

Tabel 4. Rangkuman Kualitas Batubara yang diperlukan untuk Kokas
(H.C. Rance, 1975)

PARAMETER	DESIRED	*TYPICAL LIMITS	COMMENTS
Total Moisture (ar) %	5-10	Max 12 (Max. 15)	Limited for easy handling and grinding
Ash (air dried) %	Low	Max. 6-8 (Max. 10-12)	Ash content of coke should be low to reduce slag loading in blast furnace
Volatile Matter (dmmf) %	Various	16-21 21-26 26-31	Low volatile coals Medium volatile coals High volatile coals
Total Sulphur (air dried) %	Low	Max 0.6-0.8 (Max. 1.0)	Sulphur content of coke should be low to limit take up of sulphur by pig iron in blast furnace
Phosphorus (air dried) %	Low	Max. 0.1	Phosphorus has an embrittling effect on basic carbon steel
Free Swelling Index	7-9	Min. 6	
Roga Index	60-90	Min. 50	
Gray King Coke type	G6-G14	Min. G4-G5	
Dilatometry Max. dilatation (Audibert-Arnu)	25-70 80-140 150-350	Min. 20 Min. 60 Min. 100	Low volatile coals Medium volatile coals High volatile coals
Plastometry Fluidity Range	Above 80 Above 100 Above 130	Min. 70 Min. 80 Min. 100	Low volatile coals Medium volatile coals High volatile coals
Individually, the above caking/coking data serve only to indicate the coals potential for coke manufacture ; a confident prediction of a coals performance in the coke oven can only be made after more extensive testing. Prime coking coals would be expected to exhibit properties in the upper part of the range mentioned ; depending on the other coals available, blend coking coals need not comply strictly with these limits.			

**Note : Typical limits are those commonly quoted by consumers ; those in brackets indicate outer limits acceptable in certain cases.*

Tabel 5. Data Kualitas rata-rata Batubara yang terpilih untuk Kokas
(Laver & Laverick, 1978)

	A U S T R A L I A			U S A			GERMANY
	SYDNEY BASIN		BOWEN BASIN	Low volatile	Medium volatile	High volatile	RUHR
	south	north	(range)				
Maceral (mmf) %							
Vitrinite %	45	75	45-75	72	72	74	70
Liptinite %		5	0-7	10	10	10	10
Inertinite %	55	20	20-55	18	18	16	20
Rvmax %	1.3	0.8	1.0-1.35	1.7	1.2	1.0	1.3
CSN	5	6	6-8	8	7	7	8
Fluidity (ddm)	200	300	500-3000	20	1000	5000	400
Ash (db) %	10	9	8-9	7	8	7	6
VM (db) %	24	37	23-32	19	28	35	24
S (db) %	0.4	0.6	0.5-0.7	0.7	0.8	0.9	1.0

*Note : mmf = Mineral matter free
ddm = Dial divisions per minute
db = Dry basis
CSN = Crucible swelling number*

APLIKASI GRAFIK *PROBABILITY* DALAM PENGOLAHAN DATA EKSPLORASI PANAS BUMI

Oleh :

Dikdik Risdianto dan Dedi Kusnadi

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi
Pusat Sumber Daya Geologi

Kata kunci : *Grafik probability, threshold, anomaly, background, geokimia, geostatistik*

Sari

Seperti halnya survei *geo-science* lainnya, dalam survei eksplorasi panas bumi juga melibatkan jumlah data yang besar, sehingga diperlukan metoda statistik untuk mengolahnya. Ada beberapa cara untuk mengelola data secara statistik, salah satu diantaranya menggunakan **Grafik Probability**, yang pada prinsipnya adalah mencoba membagi data menjadi beberapa sub-populasi yang diinterpretasikan sebagai hasil suatu fenomena geologi. Seperti halnya metoda statistik yang lain, metoda ini menggunakan pendekatan yang umum dilakukan yaitu penentuan nilai *threshold*, nilai *background* dan nilai rata-rata dalam penentuan harga anomali.

Keunggulan metoda ini dibandingkan metoda lain adalah kemampuannya membagi atau memfilter suatu kelompok besar data menjadi beberapa sub-populasi yang mempunyai nilai ambang sendiri. Hasil pengolahannya digambarkan dalam suatu peta dan memberikan banyak area dengan karakteristik nilai data berlainan satu-sama lain. Hal ini akan memberikan ruang yang luas bagi geologist dan geochemist untuk bahan interpretasi.

Pada tulisan ini penulis mencoba mengaplikasikan metoda grafik *probability* untuk pengolahan data geokimia, yaitu kandungan unsur Hg dalam tanah dan kadar CO₂ udara tanah di daerah Panas Bumi Jaboi, Nangroe Aceh Darussalam.

Abstract

*Like the other geoscience survey, the application of geochemistry in geothermal survey involve a lot of data so that it is needed statistical methode to solve it. There are some ways of data processing in statistic, one is using **Probability Graph** that basically divide the data into some sub-populations. Each population represents of geological event and same as other statistic methode, it also use the commonly approach such as threshold value, background value and average value to difine the anomaly value.*

The advantage of this methode is able to divide or filtering a group of data to some of sub-populations which has threshold value, so if it is plotted on a map will show many area with diference value between each others and able for geologist and geochemist to make better on interpretation.

In this paper the author try to apply this method to process the geochemistry data i.e. concentration of Hg and CO₂ in soil of Jaboi Geothermal Prospect, Nangroe Aceh Darussalam.

1. Pendahuluan

Dalam survey geologi, geokimia dan geofisika sering sekali melibatkan data-data dalam jumlah yang besar, sehingga diperlukan metode untuk mengolah/memilah data-data tersebut, sesuai dengan kelas/kelompok data-data. Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk memudahkan proses interpretasi. Sifat dari data-data pengamatan lapangan (geologi,

geokimia dan geofisika) adalah mandiri (*independent*) karena nilai besarannya terjadi sebagai respon dari lingkungan sekelilingnya atau akibat suatu fenomena geologi (mineralisasi dan geothermal) yang sifatnya natural/alami dan bervariasi dari satu daerah dengan daerah lainnya, sehingga akan sulit menentukan batasan nilai ambang (*threshold*) yang bersifat mutlak dan berlaku di seluruh areal penelitian.

1.1. Anomali

Secara harfiah anomali adalah "Penyimpangan dari aturan" atau "ketidakteraturan" (Kamus Inggris Penguin). Sedangkan nilai latar (*Background*) adalah nilai normal atau nilai yang terjadi sejak semula, data ini tidak terpengaruh oleh suatu proses atau fenomena geologi. Suatu kelompok data dalam suatu populasi dikatakan mempunyai anomali jika nilai dari kelompok tersebut melebihi nilai ambang (*threshold*) dari nilai keseluruhan populasi tersebut. Gambar 1 adalah ilustrasi yang menggambarkan penampang pada suatu manifestasi panas bumi. Nilai anomali sangat bervariasi nilainya, tergantung seberapa intensive suatu kejadian geologi (mineralisasi atau geothermal) terjadi di daerah tersebut, variasi dari nilai ini sebenarnya adalah tingkat ke-intensive-an dari suatu proses mineralisasi atau geothermal, hal ini berarti, jika suatu areal yang mempunyai nilai lebih besar dibanding areal lainnya, mengalami proses geologi yang lebih intensive pula dan biasanya terletak dekat dengan sumbernya. Dengan mengelompokkan nilai ini bisa digunakan untuk melacak (*trace*), sumber suatu proses mineralisasi atau geothermal. Pada gambar 1 juga digambarkan terjadinya sub-populasi dari suatu sumber mineralisasi atau geothermal.

Seperti halnya nilai anomali, nilai latar (*background*) juga bervariasi nilainya, hal ini berkaitan dengan sejarah dari genesa batuan yang menjadi batuan dasar (*host rock*) tempat mineralisasi atau geothermal terjadi. Ada kalanya suatu batuan dasar telah mengalami proses mineralisasi/geothermal berulang-ulang (*overprinted*).

Pada gambar 1, terlihat nilai Hg, CO₂ mengalami fluktuasi di sekitar daerah mineralisasi/geothermal, nilai fluktuasi ini bervariasi tergantung dari posisi manifestasi, pada gambar terlihat makin dekat ke zone sesar makin besar nilainya. Sedangkan nilai latar (*background*) tidak mengalami fluktuasi, nilainya relative tetap, Pada contoh ini akan sangat mudah memisahkan nilai anomali dari nilai latarnya.

Akan tetapi ada kalanya antara nilai anomali dari suatu kelompok data, saling tumpang tindih (*overlap*) dengan kelompok data yang lain, sehingga diperlukan suatu proses pemilahan data yang lebih teliti.

2. IDENTIFIKASI NILAI ANOMALI

2.1. Metode Pendekatan

Beberapa metode pendekatan yang sering dipakai untuk mengidentifikasi suatu nilai ambang (*threshold*) adalah:

- Dengan cara pembagian menurut rentang (*range*) tertentu, misalnya menggunakan pembagian 25%-persentil, 50% persentil dan 75% persentil. Nilai yang melebihi harga 75% persentil dianggap sebagai nilai anomali. Sedangkan nilai yang kurang dari harga 25%-persentil dianggap sebagai nilai latar (*background*).
- Menggunakan rumus mean (nilai rata-rata) ditambah 2 kali nilai standar deviasi untuk nilai ambang (*threshold*), nilai yang melebihi harga ini dianggap sebagai nilai anomaly. Sedangkan untuk nilai latar (*background*) adalah mean (nilai rata-rata) ditambah nilai standard deviasi.
- Menggunakan metode persentil, yaitu nilai ambang (*threshold*) ditentukan pada nilai 97.5% persentil, nilai yang melebihi harga ini dianggap sebagai anomaly.
- Menggunakan grafik probability, metode ini dianggap lebih baik dari metode lainnya karena mampu membagi rentang (*range*) nilai ambang (*threshold*) dari tiap sub-populasi yang ada dalam suatu populasi. Selanjutnya metode ini akan diterangkan lebih rinci.

2.2. Grafik Histogram vs Grafik Probability

Salah satu media dalam penyajian data statistik adalah berupa grafik. Grafik histogram adalah grafik yang paling umum dipakai, yaitu berupa diagram batang yang mewakili rentang (*range*) data tertentu pada sumbu-X (absis) dan nilai frekuensi (biasanya dalam persen) pada sumbu-Y (ordinat). Dengan histogram kita bisa dengan mudah mengetahui sifat statistik dari suatu populasi data secara visual, contohnya suatu populasi yang bersifat distribusi normal akan berbentuk suatu kurva setangkup (simetris) atau berbentuk lonceng.

Sedangkan grafik probability adalah suatu grafik yang dibuat sedemikian rupa sehingga suatu populasi data yang berdistribusi normal akan tergambar sebagai suatu garis lurus.

Grafik ini dibuat dengan skala logaritmik pada sumbu-X (absis) dan skala biasa pada sumbu-Y (ordinat), tapi kadang-kadang sering dipakai juga skala logaritmik pada sumbu-Y (log-normal). Kelebihan dari grafik ini dari histogram adalah grafik probability akan lebih mudah mengetahui apakah suatu populasi bersifat unimodal, bimodal atau polimodal. Kelebihan yang lain adalah dalam proses **pemilahan suatu sub-populasi** dalam suatu populasi, akan lebih mudah dilakukan dalam grafik ini. Pada gambar 2 ditampilkan contoh histogram dan grafik probability, terlihat bahwa bentuk histogram berupa kurva setangkup (simetris), ini berarti data dalam populasi ini terdistribusi normal sekaligus juga bersifat unimodal. Sedangkan pada grafik probability (sebelah kanan) pola distribusi normal-unimodal berupa garis lurus.

2.3. Unimodal vs bimodal

Seperti telah diterangkan di bagian terdahulu, penyebaran unimodal adalah penyebaran yang mempunyai nilai modus tunggal, distribusi normal adalah suatu contoh penyebaran bersifat unimodal. Pada grafik histogram terlihat seperti kurva yang berbentuk lengkung (*flexure*).

Sedangkan pada grafik probability akan tampak sebagai garis lurus (gambar 2).

Lain halnya dengan penyebaran yang bersifat bimodal, yaitu penyebaran yang mempunyai nilai modus ganda akan tampak pada grafik probability sebagai garis yang melengkung (gambar 3), demikian juga untuk data yang bersifat polimodal, akan tetapi jumlah lengkungan akan semakin banyak. Bentuk lengkungan yang terdapat dalam grafik probability untuk distribusi bimodal atau polimodal adalah suatu sub-populasi yang ada dalam populasi tersebut. Suatu sub-populasi dapat terjadi sebagai akibat perbedaan intensitas suatu proses geologi (mineralisasi atau geothermal). Pada gambar 3 memperlihatkan penyebaran data yang bersifat bimodal, terdapat satu lengkungan (*flexure*) pada kurva tersebut.

3. PENGOLAHAN DATA

Pada bagian ini akan diterangkan cara pengolahan data dengan menggunakan grafik probability. Pada contoh akan diberikan suatu populasi data yang bersifat

bimodal dimana terdapat nilai modus ganda (terdapat dua sub-populasi). Pengolahan data dibantu oleh perangkat lunak (*software*) Discovery versi 4 atau 4.01 yang terdapat dalam program Mapinfo 6 atau Mapinfo 7.

Gambar 4 memperlihatkan contoh pengolahan data yang bersifat bimodal dari harga Hg (Merkuri dalam ppb) dengan menggunakan grafik probability. Langkah pertama setelah kita dapat bentuk grafik penyebaran data populasi (tanda bintang) adalah memisahkan sub-populasi yang terdapat dalam populasi tersebut. Pemisahan dilakukan pada titik dimana terjadi pelengkungan (*flexuring*) pada grafik probability, pada contoh diperoleh pada titik 60 (pada sumbu-X, grafik probability), sehingga didapat dua sub-populasi yaitu A dan B dengan perbandingan A : B adalah 60 : 40. Selanjutnya adalah membuat grafik dari masing-masing sub-populasi, dengan cara menghitung setiap titik (tanda bintang), pada contoh diambil nilai 30 (tanda huruf X), selanjutnya :

$$(30/60) \times 100\% = 50 \text{ (tanda huruf Y)}$$

Dengan jalan yang sama seperti diatas maka diperoleh penyebaran titik yang merepresentasikan nilai sub populasi A (tanda lingkaran kosong), dengan menarik garis diantara titik-titik tersebut terbentuklah garis lurus sub-populasi A.

Dari bentuknya yang berupa garis lurus maka sub-populasi data A berdistribusi normal. Dengan asumsi bahwa pada distribusi normal, nilai mean sama dengan median, yaitu terletak pada 50%-persentil, sedangkan nilai standar deviasi jatuh pada nilai 68%-persentil, maka pemakaian rumus untuk nilai ambang (*threshold*), yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Threshold} &= \text{mean} + 2(\text{standard deviasi}) \\ &= 50\% \text{persentil} + 86\% \text{persentil} \\ &= 2.425 + 2.64 \\ &= \text{ant-log}(2.425) + \text{ant-log}(2.64) \\ &= 266.07 + 436.51 \\ &= 702.58 \text{ ppb.} \end{aligned}$$

Sedangkan nilai latar (*background*) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Background} &= \text{mean} + \text{standard deviasi} \\ &= 50\% \text{persentil} + 68\% \text{persentil} \\ &= 2.425 + 2.52 \\ &= 266.07 + 331.13 \\ &= 597.20 \text{ ppb.} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama pada sub-populasi B maka didapat nilai ambang dan latar adalah 1133.16 ppb dan 994.11 ppb.

Dari hasil akhir yang didapat, maka nilai Hg yang melebihi 1133.16 ppb merupakan anomali 1, dan merupakan skala prioritas untuk di *follow up*. Selanjutnya nilai Hg yang berkisar 1133.16 – 994.11 ppb adalah anomali 2, antara 994.11 - 702.58 ppb adalah anomali 3 dan antara 702.58 – 597.20 ppb adalah anomali 4. Nilai latar sub-populasi A (597.20 ppb) dianggap sebagai nilai latar untuk keseluruhan populasi, karena merupakan batas nilai terendah, sehingga nilai yang kurang dari 597.20 ppb dianggap tidak mengalami "gangguan". Rentang harga anomali 1 hingga anomali 4 disebabkan karena adanya perbedaan intensitas aliran fluida/gas dari bawah permukaan sebagai akibat perbedaan lithologi atau permeabiliti.

4. STUDI KASUS

Setelah memahami cara pengolahan data dengan menggunakan grafik probability, pada bagian ini akan dicoba diterapkan untuk pengolahan data pengamatan dari beberapa lokasi kerja survey panas bumi di Indonesia. Hasil pengolahan data ini bukan satu-satunya bahan untuk proses interpretasi, tetapi hanya sebagai penunjang, karena proses interpretasi yang terbaik adalah mengkombinasikan seluruh data baik geologi, geokimia dan geofisika, sehingga hasil interpretasi akan menjadi suatu hasil yang padu. Untuk contoh disini akan dicoba pengolahan data geokimia dari beberapa daerah survey panas bumi di Indonesia.

4.1. Penyebaran Unsur Hg Daerah Panas Bumi Jaboi, NAD

Lokasi penelitian terletak di Daerah Jaboi, Nangroe Aceh Darussalam, Litologi daerah penelitian didominasi oleh batuan vulkanik, yaitu lava andesitik, aliran piroklastik, jatuhnya piroklastik yang berupa tufa, serta breksi vulkanik, di beberapa tempat terdapat alterasi yang sangat luas, sebagai akibat aktivitas fluida geothermal, berupa mineral sekunder (*dominasi clay*), juga terdapat lapangan fumarola yang masih aktif mengeluarkan gas/ uap air.

Struktur geologi cukup intensif, didominasi oleh sesar-sesar normal dan geser, beberapa menjadi media atau jalur keluarnya mata air panas, arah umum struktur geologi adalah Timurlaut-Tenggara, yang merupakan arah umum dari Zona Sesar Sumatera.

Jumlah data pengukuran yang berhasil dikumpulkan adalah 114 data, yang berupa conto tanah yang diambil secara sistematis (grid) dan secara random. Gambar 5, merupakan hasil pengolahan data kadar unsur Hg (Merkuri) yang terdapat dalam tanah. Terlihat bahwa dari hasil pengolahan dengan menggunakan grafik probabilitas didapatkan 3 sub-populasi yaitu sub-populasi A, B dan C, nilai sub populasi ini diinterpretasikan sebagai akibat dari adanya aktifitas panas bumi di daerah ini. Sub-populasi A mewakili sub-populasi yang mempunyai nilai kadar Hg yang lebih rendah dibanding dari sub-populasi yang lain, sehingga nilai latar (*background*) di tentukan dari sub-populasi ini, dengan menggunakan formula yang umum tentang nilai latar (*background*) yaitu nilai rata-rata + nilai standar deviasi maka didapat bahwa nilai latar adalah 493,41 ppb, perlu dicatat disini bahwa nilai rata-rata (mean) dan nilai standar deviasi ditentukan secara grafis dari grafik probabilitas, yaitu untuk nilai rata-rata adalah jatuh pada 50% percentile, sedangkan nilai standar deviasi jatuh pada persentil 84% jadi penghitungan nilai latar adalah :

$$\begin{aligned} \text{Nilai latar (background)} &= \text{mean} + \text{std} \\ \text{std} &= \text{standar deviasi} \\ &= 50\% \text{ persentile} + 84\% \text{ persentil} \\ &= 169,82 \text{ ppb} + 323,59 \text{ ppb} \\ &= 493,41 \text{ ppb.} \end{aligned}$$

Nilai 493, 41 ppb ini merupakan nilai batas data yang dianggap sebagai anomali, hal ini berarti bahwa nilai diatas ini dapat dikategorikan sebagai anomali. Adapun untuk nilai ambang (*threshold*) dengan cara penunjukan langsung dari nilai percentile, yang biasa digunakan dalam metoda aplikasi grafik probabilitas, untuk kasus ini menggunakan nilai persentile 1% atau 99%, dengan menggunakan ini didapat nilai ambang (*threshold*) untuk sub populasi B adalah 933,25 ppb dan nilai ambang untuk sub-populasi C adalah 2137,96 ppb. Gambar 7 adalah hasil plotting nilai latar dan ambang dari data Hg daerah panas bumi Jaboi.

Terlihat adanya empat rentangan (*range*) data, yaitu :

- < 493,41 ppb = warna abu-abu
- 493,41 – 933,25 = warna biru muda
- 933,25 – 2137,96 = warna kuning
- > 2137,96 ppb = warna merah

4.2. Penyebaran gas CO₂ Daerah Panas Bumi Jaboi, NAD

Gambar 6 adalah grafik probabilitas dari nilai kadar CO₂ udara tanah di daerah Jaboi. Terlihat bahwa terdapat dua sub populasi yaitu populasi A dan B, dikarenakan rentang antara nilai minimum dan maksimum sangat sempit (0,35 – 5,95 %), maka penentuan nilai latar dan ambang akan sedikit berbeda dengan cara diatas (Hg). Sub-populasi A yang mewakili kelompok data yang bernilai kecil dapat dipakai sebagai acuan dalam penentuan nilai latar (*background*). Dikarenakan rentang nilai data yang sempit maka formula *background* adalah nilai rata-rata ditambah nilai standar deviasi tidak dapat dilakukan pada kelompok data ini. Untuk itu diputuskan mengambil nilai rata-rata (*mean*), yang dianggap representatif sebagai nilai latar (*background*), yaitu jatuh pada 50% percentile dari sub-populasi A yang bernilai 1,65 %, hal ini berarti nilai diatas 1,65 % adalah anomali, sedangkan untuk penentuan nilai ambang sama dengan cara di atas yaitu mengambil 1% atau 99% percentile untuk masing-masing sub-populasi, dan didapat nilai 3,5% untuk subpopulasi a dan 4,3% untuk subpopulasi B. Gambar 8 adalah hasil plotting nilai latar dan ambang dari data CO₂ daerah panas bumi Jaboi. Terlihat adanya empat rentangan (*range*) data, yaitu :

- < 1,65 % = warna abu-abu
- 1,65 – 3,5 % = warna biru muda
- 3,5 – 4,3 % = warna kuning
- > 4,3 % = warna merah.

5. DISKUSI

Diatas telah dipaparkan aplikasi grafik probabilitas dalam pengolahan data geokimia panas bumi, dan didapatkan masing-masing peta anomalnya. Dari kompilasi dua peta anomali tersebut (distribusi Hg dan CO₂) didapatkan dua daerah prospek yang perlu di "follow up"

yaitu daerah prospek 1 dan daerah prospek 2 (Gmb 7 dan 8). Daerah prospek 1 lebih menarik dari daerah prospek 2, hal ini karena kemunculan anomali mineral Hg dan CO₂ dikontrol oleh adanya struktur sesar yang berarah Utara-Selatan, Baratlaut-Tenggara dan Timurlaut-Baratdaya. Ketiga arah struktur sesar ini bertemu dan saling berpotongan di lokasi prospek 1, dan membentuk suatu cebakan yang memungkinkan terjadinya akumulasi fluida panas bumi di daerah ini. Kontrol litologi kemungkinan kurang mendominasi pembentukan anomaly di daerah ini karena kedua daerah prospek didominasi oleh jenis batuan yang sama yaitu batuan vulkanik.

6. KESIMPULAN

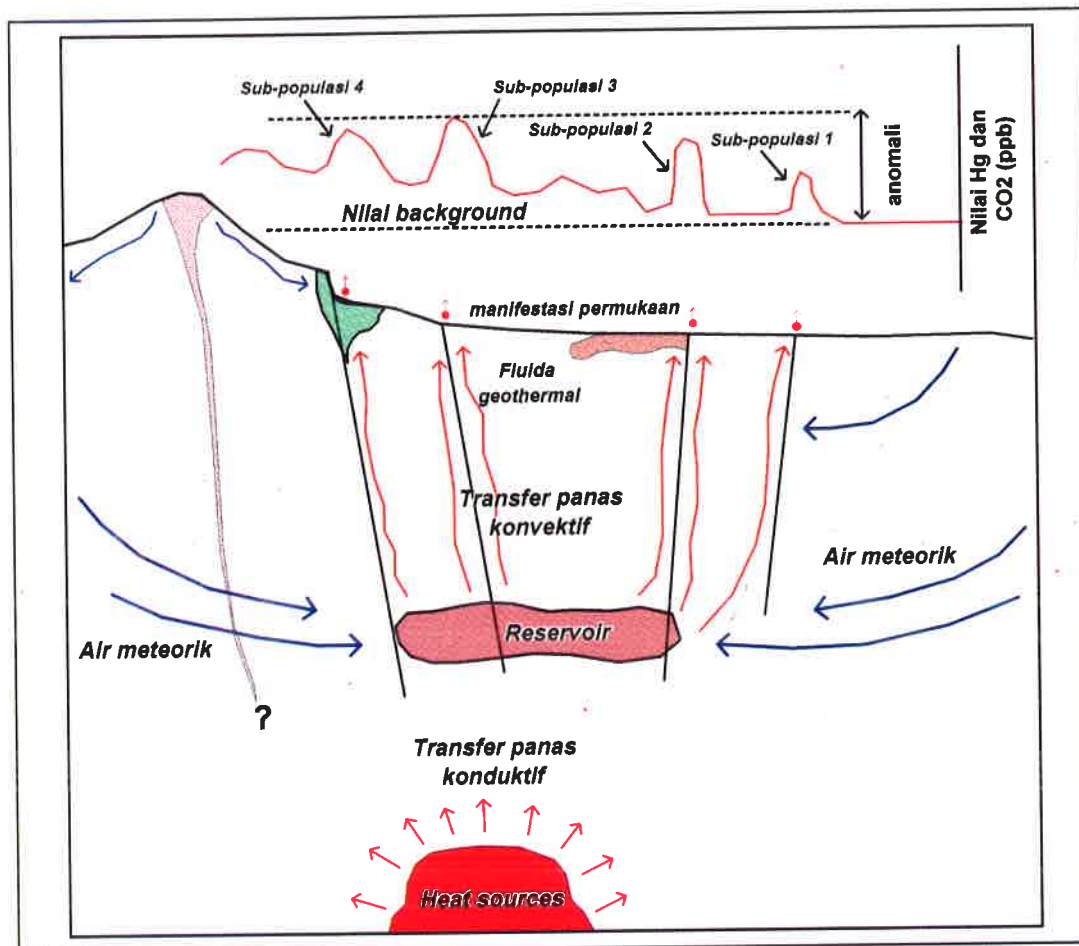
- Metode grafik probabilitas dapat membagi data-data pengamatan menjadi subpopulasi-subpopulasi yang diinterpretasikan sebagai akibat dari suatu fenomena geologi
- Pada pengolahan data dengan grafik probabilitas, proses pengolahan data dilakukan pada tingkat subpopulasi sehingga nilai anomali yang didapatkan merupakan nilai anomali setiap subpopulasi
- Metode grafik probabilitas dapat digunakan pada pengolahan data panas bumi karena mampu mengelompokkan data menjadi kelompok-kelompok yang merespon sumber penyebab pengelompokan tersebut.
- Pada contoh diatas memperlihatkan kemampuan metode ini dalam melokalisasi zona-zona prospek.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

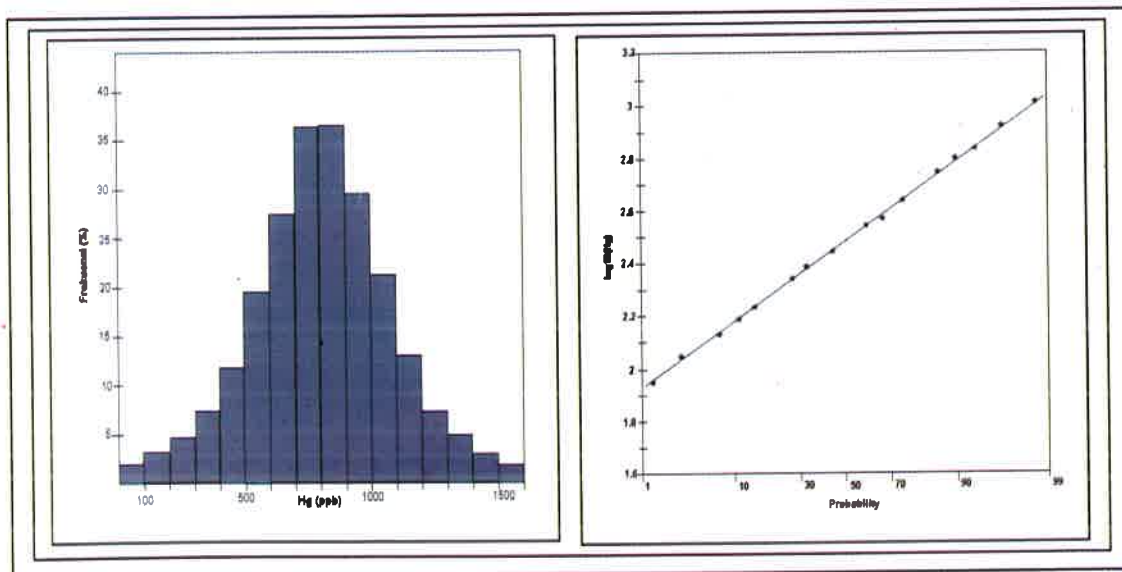
Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan serta saran selama proses penulisan tulisan ini.

8. ACUAN

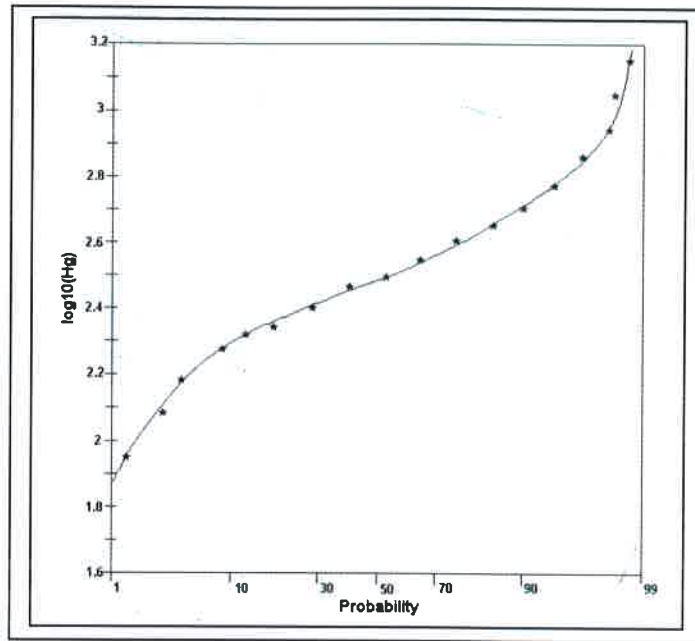
- A.J. Sinclair, 1973, *Selection of Threshold Values in Geothermal Data Using Probability Graph*, Journal of Geochemical Exploration
- Keith Nicholson, 1993, *Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Techniques*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg
- Tim Survei Terpadu, 2005, *Survei Terpadu Daerah Panas Bumi Jaboi, Nangroe Aceh Darusalam*, Pusat Sumber Daya Geologi.



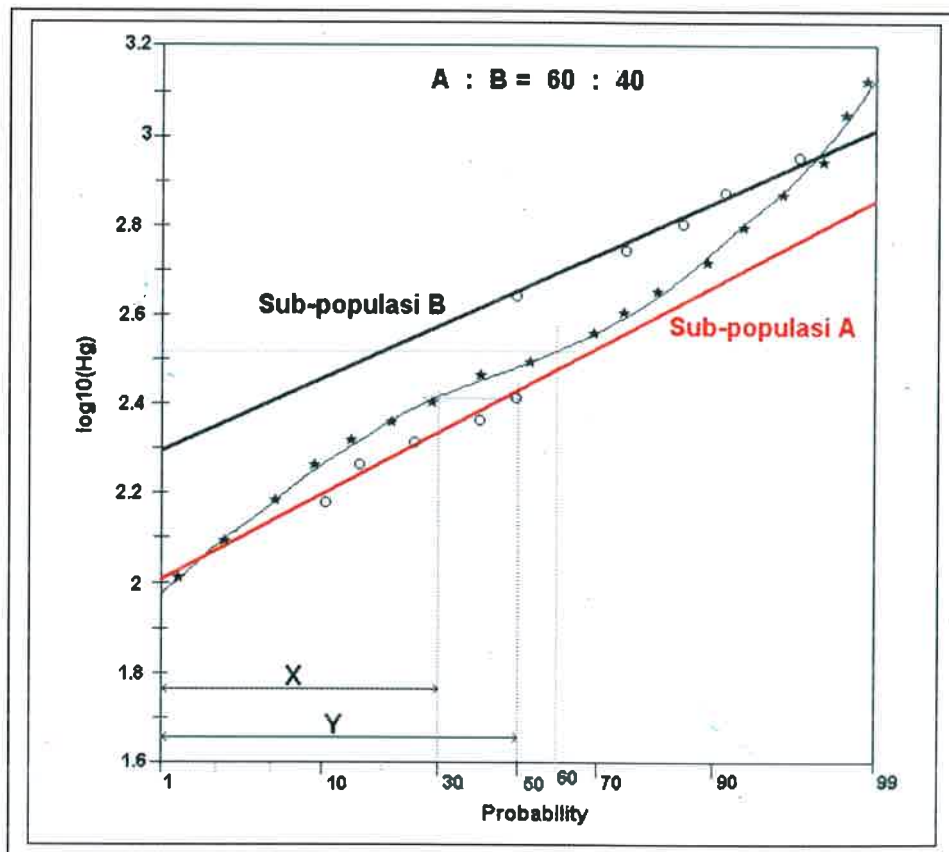
Gambar 1. Ilustrasi pembentukan variasi nilai anomali geokimia pada suatu daerah panas bumi



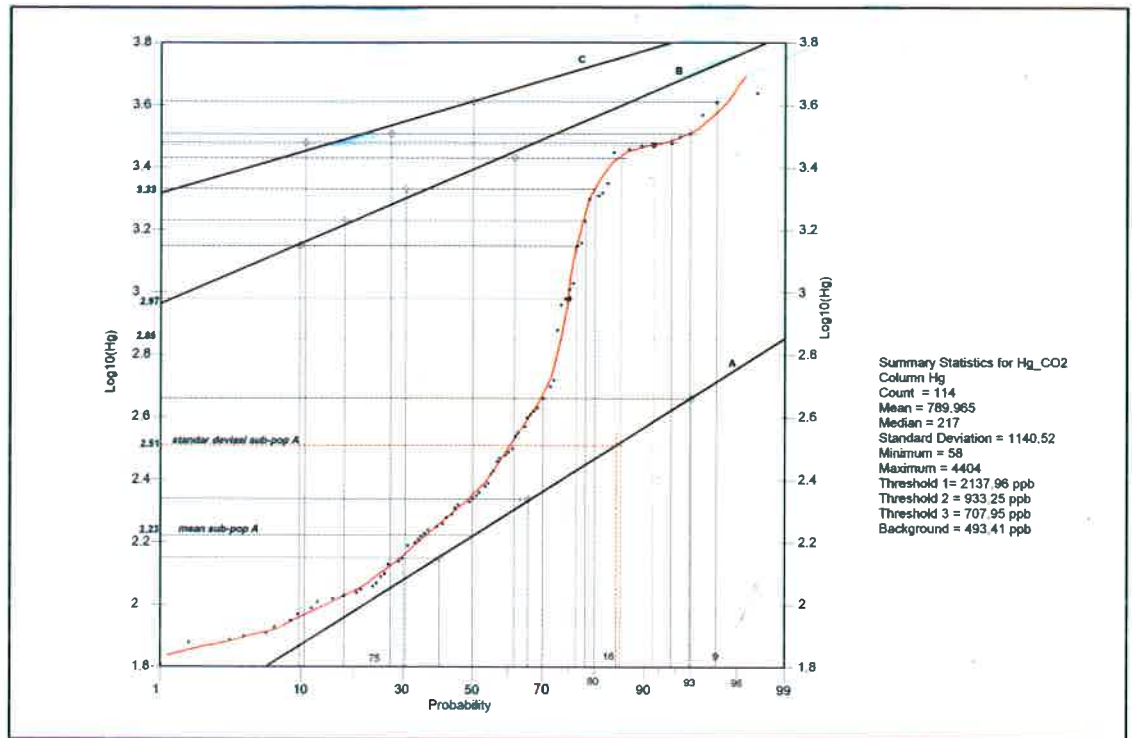
Gambar 2. histogram vs grafik probability



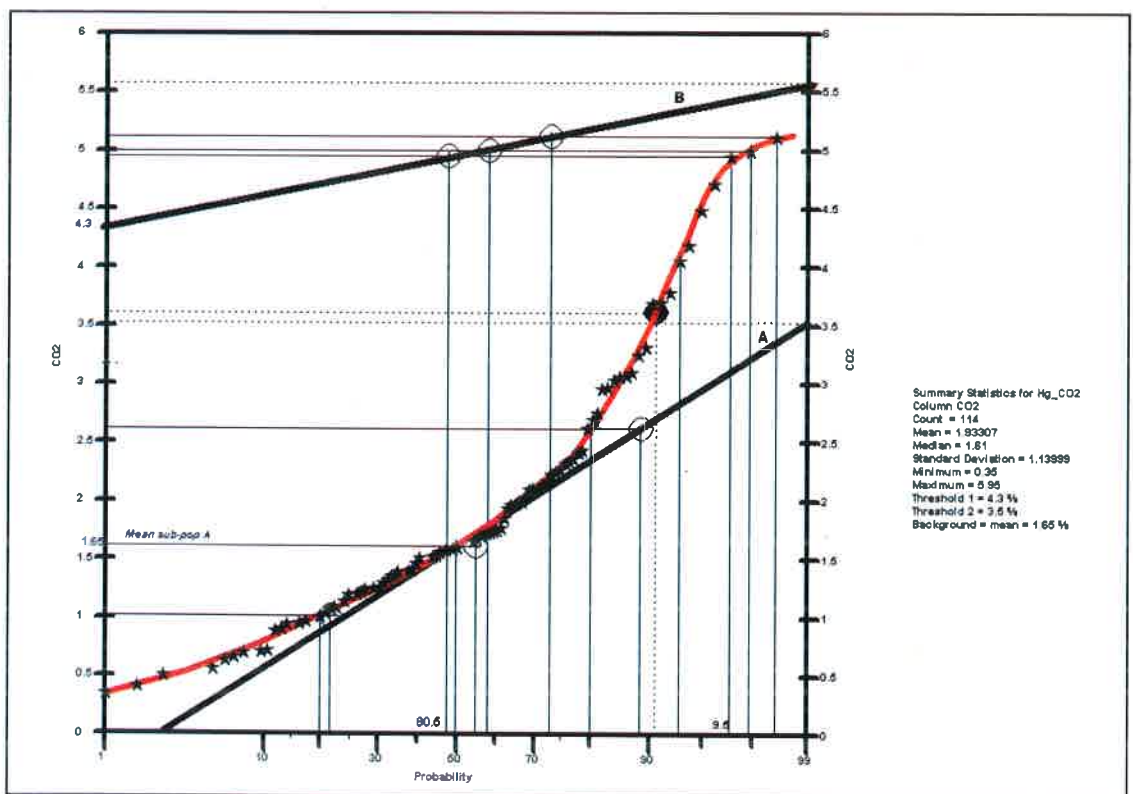
Gambar 3. Pola penyebaran data yang bersifat bimodal pada grafik probability



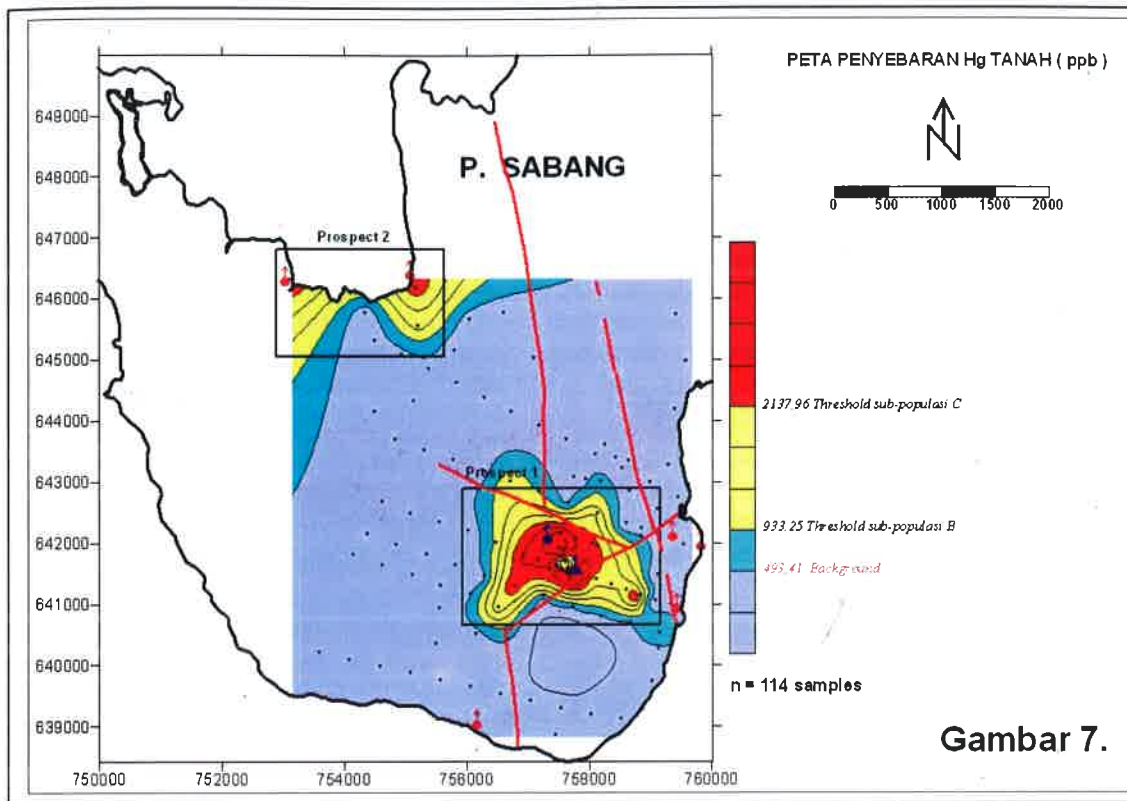
Gambar 4. Contoh pengolahan data menggunakan Grafik Probability



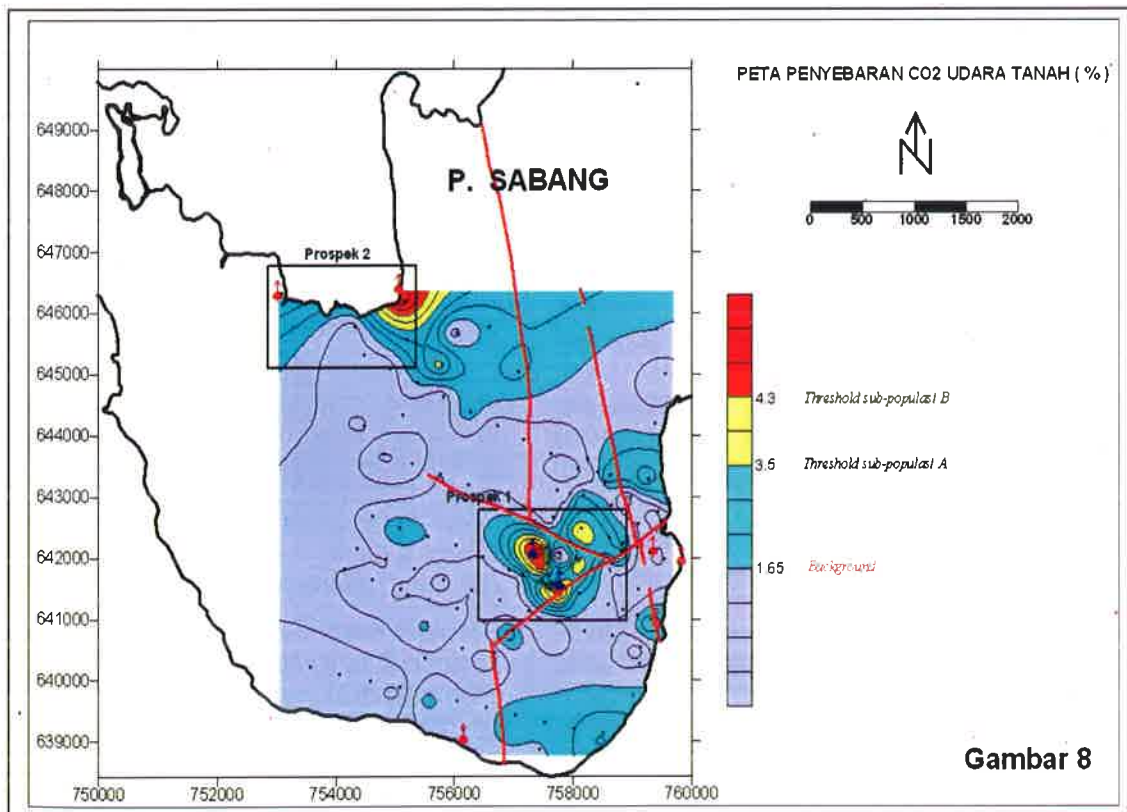
Gambar 5. Grafik probabilitas data penyebaran Hg



Gambar 6. Grafik probabilitas data penyebaran CO₂



Gambar 7. Peta penyebaran kadar Hg dalam tanah (ppb)



Gambar 8. Peta penyebaran kadar CO₂ udara tanah (%)

TINJAUAN TENTANG UNSUR TANAH JARANG

Oleh

Sabtanto Joko Suprpto

Bidang Program dan Kerja Sama - Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Keterdapatannya unsur tanah jarang pada mineral-mineral seperti zirkon, monasit dan xenotim, di Indonesia sangat langka. Zirkon sebagai mineral ikutan dapat dijumpai pada endapan emas dan timah aluvial, sedangkan monasit dan xenotim terdapat sebagai mineral ikutan pada endapan timah aluvial. Keberadaan mineral mengandung unsur tanah jarang sebagai mineral ikutan, dalam proses penambangan dan pengolahan emas atau timah akan terbawa serta, sehingga mineral-mineral tersebut akan menjadi produk sampingan.

Penggunaan logam tanah jarang memicu berkembangnya teknologi material baru. Perkembangan material ini banyak diaplikasikan di dalam industri untuk meningkatkan kualitas produk. Posisi tanah jarang pada masa datang yang semakin strategis tersebut perlu diupayakan untuk dapat dikembangkan secara berkelanjutan mengingat Indonesia mempunyai sumber daya yang potensial untuk diusahakan.

ABSTRACT

The occurrence of rare earth elements which occur in minerals such as zircon, monazite and xenotime, in Indonesia are very scarce. Zircon as accessory mineral can be found in alluvial gold and tin deposits, while monazite and xenotime occur as accessory minerals in alluvial tin deposit. The existence of minerals containing that of rare earth elements as accessory minerals, in mining and processing of gold or tin will be carried away so that these minerals will be as by product.

Utilization of rare earth metals triggering off the development of technology of new materials. Many of these material development are applied in industry to intensity product quality. Position of the rare earth elements in the future which increasingly strategic needs to be attempted to be able to be developed continuously remembering that Indonesia has potensial resources to be endeavored.

PENDAHULUAN

Unsur tanah jarang sesuai namanya merupakan unsur yang sangat langka atau keterdapatannya sangat sedikit, di alam berupa senyawa kompleks, umumnya senyawa kompleks fosfat dan karbonat. Seiring dengan perkembangan teknologi pengolahan material, unsur tanah jarang semakin dibutuhkan, dan umumnya pada industri teknologi tinggi.

Di Indonesia mineral mengandung unsur tanah jarang terdapat sebagai mineral ikutan pada komoditas utama terutama emas dan timah aluvial yang mempunyai peluang untuk diusahakan sebagai produk sampingan yang dapat memberikan nilai tambah dari seluruh potensi bahan galian. Potensi endapan emas aluvial tersebut relatif melimpah dapat dijumpai tersebar di sebagian pulau-pulau besar di Indonesia. Sedangkan pada Jalur Timah Asia Tenggara yang mengandung sebagian besar sumber daya timah dunia melewati wilayah

Indonesia mulai dari Kepulauan Karimun, Singkep sampai Bangka dan Belitung merupakan potensi strategis yang dapat memberikan kontribusi besar kepada pembangunan nasional.

Penggunaan logam tanah jarang sangat luas dan erat kaitannya dengan produk industri teknologi tinggi, seperti industri komputer, telekomunikasi, nuklir, dan ruang angkasa. Di masa mendatang diperkirakan penggunaan tanah jarang akan meluas, terutama unsur tanah jarang tunggal, seperti neodimium, samarium, europium, gadolinium, dan yttrium.

Potensi besar yang dapat dihasilkan dari komoditas unsur/logam tanah jarang khususnya dalam jangka panjang dimana teknologi terus berkembang pesat, memerlukan ketersediaan bahan tersebut. Oleh karena itu pengelolaannya memerlukan berbagai pertimbangan yang tidak semata-mata keekonomian semata. Peluang jangka panjang dan untuk pemenuhan bahan industri teknologi tinggi yang akan

dikembangkan di Indonesia, maka produk sampingan berupa mineral-mineral mengandung logam/unsur tanah jarang tersebut dapat dialokasikan untuk pemenuhan kebutuhan nasional, yang disimpan untuk alternatif penggunaan pada masa yang akan datang pada industri strategis di dalam negeri.

KARAKTERISTIK

Unsur tanah jarang (UTJ) adalah nama yang diberikan kepada kelompok lantanida, yang merupakan logam transisi dari Grup 11B pada Tabel Periodik. Kelompok lantanida terdiri atas 15 unsur, yaitu mulai dari lantanum (nomor atom 57) hingga lutetium (nomor atom 71), serta termasuk tiga unsur tambahannya yaitu yttrium, thorium dan scandium (Tabel 1). Pemasukan yttrium, torium dan skandium ke dalam golongan unsur tanah jarang dengan pertimbangan kesamaan sifat. Unsur tanah jarang mempunyai sifat reaktif tinggi terhadap air dan oksigen, bentuk senyawa stabil dalam kondisi oksida, titik leleh relatif tinggi, serta sebagai bahan penghantar panas yang tinggi.

Table 1. Nama simbol Unsur Logam Tanah Jarang

Simbol	Nama Unsur	Simbol	Nama Unsur
Y	Yttrium	Gd	gadolinium
Sc	Scandium	Tb	terbium
La	Lanthanum	Dy	dysprosium
Ce	Cerium	Ho	holmium
Pr	Praseodymium	Er	erbium
Nd	neodymium	Tm	thulium
Pm	promethium	Yb	ytterbium
Sm	Samarium	Lu	lutetium
Eu	Europium	Th	Thorium

Berdasarkan variasi radius ion dan susunan elektron, unsur tanah jarang diklasifikasikan ke dalam dua subkelompok, yaitu :

- Unsur tanah jarang ringan, atau subkelompok cerium yang meliputi lanthanum hingga europium
- Unsur tanah jarang berat, atau subkelompok yttrium yang meliputi gadolinium hingga lutetium dan yttrium.

Logam tanah jarang (LTJ) tidak ditemukan di bumi sebagai unsur bebas melainkan paduan

berbentuk senyawa kompleks. Sehingga untuk pemanfaatannya, logam tanah jarang harus dipisahkan terlebih dahulu dari senyawa kompleks tersebut.

Selama ini telah diketahui lebih dari 100 jenis mineral tanah jarang, dan 14 jenis di antaranya diketahui mempunyai kandungan total % oksida tanah jarang tinggi. Mineral tanah jarang tersebut dikelompokkan dalam mineral karbonat, fosfat, oksida, silikat, dan fluorida. Mineral logam tanah jarang bastnaesit, monasit, xenotim dan zirkon paling banyak dijumpai di alam.

- **Bastnaesit (CeFCO₃)**. Merupakan senyawa *fluoro-carbonate cerium* yang mengandung 60-70% oksida logam tanah jarang seperti lanthanum and neodymium. Mineral bastnaesit merupakan sumber logam tanah jarang yang utama di dunia. Bastnaesit ditemukan dalam batuan karbonatit, breksi dolomit, pegmatit dan skarn amfibol.



Gambar 1. Mineral kasiterit (SnO₂) dan mineral ikutannya, contoh dari Pulau Bangka, Babel (difoto dari contoh koleksi KPP Konservasi).

- **Monasit ((Ce,La,Y,Th)PO₃)** merupakan senyawa fosfat logam tanah jarang yang mengandung 50-70% oksida logam tanah jarang (LTJ). Monasit umumnya diambil dari konsentrat yang merupakan hasil pengolahan dari endapan pada timah aluvial bersama dengan zirkon dan xenotim (gambar 1). Monasit memiliki kandungan thorium yang cukup tinggi. Sehingga mineral tersebut memiliki sinar α bersifat radioaktif. Thorium memancarkan radiasi tingkat rendah, dengan menggunakan selembar kertas saja, akan terhindar dari radiasi yang dipancarkan.
- **Xenotim (YPO₄)** merupakan senyawa yttrium fosfat yang mengandung 54-65%

LTJ termasuk erbijum, cerium dan thorium. Xenotim juga mineral yang ditemukan dalam pasir mineral berat, serta dalam pegmatit dan batuan beku.

- **Zirkon**, merupakan senyawa zirkonium silikat yang didalamnya dapat terkandung thorium, yttrium dan cerium.

Dalam memperoleh mineral di atas, tidak bisa didapatkan dengan mudah, karena jumlah mineral tersebut sangat terbatas. Terlebih lagi, mineral tersebut tidak terpisah sendiri, tetapi tercampur dengan mineral lain. Unsur-unsur yang mendominasi dalam senyawa logam/unsur tanah jarang adalah lanthanum, cerium, dan neodimium. Sehingga mineral dengan penyusun unsur ini, ekonomis untuk diekstraksi. Pemanfaatan ketiga jenis UTJ ini sangat tinggi dibanding logam tanah jarang lainnya.

Logam Tanah Jarang bersifat tidak tergantikan. Hal ini disebabkan sifat Logam Tanah Jarang yang sangat khas, sehingga sampai saat ini, tidak ada material lain yang mampu menggantikannya. Jika ada, kemampuan yang dihasilkan tidak sebaik material logam tanah jarang. Sifat logam tanah jarang yang digunakan sebagai material berteknologi tinggi dan belum ada penggantinya, membuat logam tanah jarang menjadi material yang vital dan mempunyai potensi startegis (<http://id.wikipedia.org>).

SEJARAH

Kelompok unsur logam tanah jarang pertama kali ditemukan pada tahun 1787 oleh seorang letnan angkatan bersenjata Swedia bernama Karl Axel Arrhenius, yang mengumpulkan mineral ytterbite dari tambang feldspar dan kuarsa di dekat Desa Ytterby, Swedia. Mineral tersebut berhasil dipisahkan oleh J. Gadoli pada tahun 1794.

Tahun 1804 Klaproth dan timnya menemukan ceria yang merupakan bentuk oksida dari cerium. Tahun 1828, Belzerius menemukan thoria dari mineral thorit. Tahun 1842 Mosander memisahkan senyawa bernama yttria menjadi tiga macam unsur melalui pengendapan fraksional menggunakan asam oksalat dan hidroksida, unsur-unsur tersebut yttria, terbia, dan erbia.

Pada tahun 1878 Boisbaudran menemukan samarium. Tahun 1885, Welsbach memisahkan praseodymium dan neodimium yang terdapat pada samarium. Boisbaudran tahun 1886 mendapatkan gadolinium dari mineral ytterbia yang diperoleh J.C.G de Marignac tahun 1880. Ytterbia yang diperoleh Marignac, pada tahun 1907 mampu dipisahkan oleh L de Boisbaudran

menjadi neoytterium dan lutecium. P.T. Cleve memisahkan tiga unsur dari erbia dan terbia yang dimiliki Marignac, diperoleh erbijum, holminium dan thalium, sementara L de Boisbaudran memperoleh unsur lain dinamai dysprosia (<http://minerals.usgs.gov>.)

MULAJADI

Unsur tanah jarang tersebar luas dalam konsentrasi rendah (10 – 300 ppm) pada banyak formasi batuan. Kandungan unsur tanah jarang yang tinggi lebih banyak dijumpai pada batuan granitik dibandingkan dengan pada batuan basa. Konsentrasi unsur tanah jarang tinggi dijumpai pada batuan beku alkalin dan karbonatit.

Berdasarkan mulajadi, cebakan mineral tanah jarang dibagi dalam dua tipe, yaitu cebakan primer sebagai hasil proses magmatik dan hidrotermal (Gambar 2), serta cebakan sekunder tipe letakan sebagai hasil proses rombakan dan sedimentasi (Gambar 3 dan 6) dan cebakan tipe lateritik. Pembentukan mineral tanah jarang primer dalam batuan karbonatit menghasilkan mineral bastnaesit dan monasit (<http://minerals.usgs.gov>). Karbonatit sangat kaya kandungan unsur tanah jarang, dan merupakan batuan yang mengandung UTJ paling banyak dibanding batuan beku lainnya (Verdiansyah, 2006).



Gambar 2. Granit terpotong urat kuarsa, pembawa timah dan tanah jarang, Bukit Tumang, Singkep (Rohmana dkk, 2008).

Dalam berbagai batuan, mineral tanah jarang pada umumnya merupakan mineral ikutan (*accessory minerals*), bukan sebagai mineral utama pembentuk batuan. Pada zonasi pegmatit, unsur tanah jarang terdapat pada zona inti, yang terdiri dari kuarsa dan mineral tanah jarang.

Cebakan primer terutama berupa mineral bastnaesit, produksi terbesar dunia dari China yang merupakan produk sampingan dari tambang bijih besi. Cebakan yang lebih umum dikenal dan diusahakan adalah cebakan sekunder, sebagian besar berupa mineral monasit yang merupakan rombakan dari batuan asalnya serta telah diendapkan kembali sebagai endapan sungai, danau, delta, pantai, dan lepas pantai (Gambar 3 dan 6). (<http://minerals.usgs.gov>).

Batuan Granit pembawa oksida unsur tanah jarang, Sn, W, Be, Nb, Ta, dan Th terdiri dari Granit tipe S atau seri ilmenit (Gambar 2). Iklim tropis yang panas dan lembab menghasilkan pelapukan kimia yang kuat pada granit. Pelapukan ini menyebabkan alterasi mineral tertentu, seperti feldspar, yang berubah menjadi mineral lempung. Mineral-mineral lempung seperti kaolinit, montmorillonit dan illit, merupakan tempat kedudukan unsur tanah jarang tipe adsorpsi ion (Purawardi, 2001). Cebakan tanah jarang tipe adsorpsi ion lateritik hasil dari lapukan batuan granitik dan sienitik di wilayah beriklim tropis bagian selatan China merupakan penyumbang cadangan tanah jarang terbesar kedua di China (Haxel dkk, 2005).



Gambar 3. Endapan pasir mengandung kasierit dan mineral tanah jarang, Singkep (Rohmana dkk, 2008).

SUMBER DAYA

Sumber daya tanah jarang dunia terdapat dalam beberapa tipe cebakan. China sebagai penghasil tanah jarang terbesar di dunia (Tabel 2), mempunyai cebakan tanah jarang dalam bentuk cebakan primer berupa produk sampingan dari tambang bijih besi, dan sekunder berupa

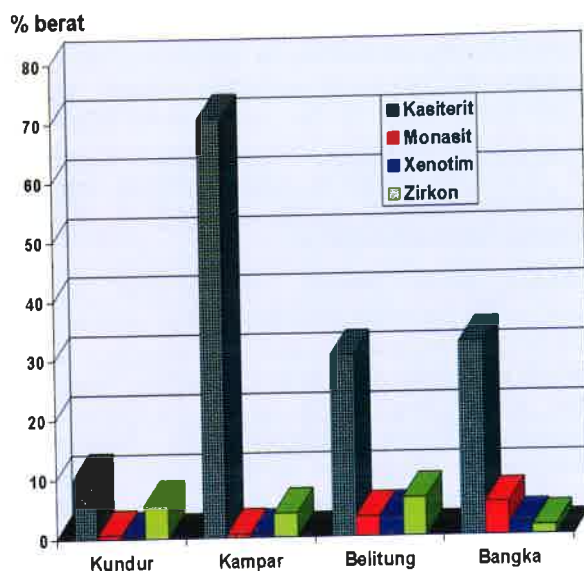
endapan aluvial dan cebakan lateritik. Mineral tanah jarang di Indonesia dihasilkan sebagai mineral ikutan pada cebakan timah aluvial (Gambar 3, 4 dan 5) dan emas aluvial (Gambar 6, 7 dan 8). Selain itu sumber daya tanah jarang di Indonesia dijumpai juga bersama dengan cebakan uranium, seperti dijumpai di daerah Rirang Kalimantan Barat.

Mineral tanah jarang yang utama adalah bastnaesit, monasit, xenotim, zirkon, dan apatit. Cadangan terbesar dunia berada di China, diikuti kemudian oleh Amerika Serikat, Australia dan India. Unsur tanah jarang di China dan Amerika Serikat terdapat pada bastnaesit merupakan komponen sumber daya terbesar dunia, sementara sumber daya yang di Brasil, Malaysia, Sri Langka, India, Afrika Selatan dan Tailand berasal dari mineral monasit dalam bentuk cebakan sekunder (Rezende dan Cardoso, 2008).

Tambang Mountain Pass penghasil utama LTJ di Amerika Serikat, dapat mencukupi seluruh kebutuhan dalam negerinya pada tahun 1965 sampai dengan pertengahan 1980-an. Produksi LTJ di China sejak tahun 1985 meningkat tajam, dari sumber utama Tambang Bayan Obo. Cebakan Bayan Obo berupa cebakan besi-niobium-UTJ. Cebakan tersebut merupakan bentukan UTJ karbonatit dan oksida besi hidrotermal (Cu-Au-UTJ) sebagaimana dijumpai di Olympic Dam – Australia dan Kiruna – Swedia. Bijih di Bayan Obo mengandung 3 sampai 6% oksida tanah jarang dengan cadangan sekitar 40 juta ton. Cadangan besar UTJ di China yang kedua yaitu cebakan bijih adsorpsi ion lateritik yang merupakan lapukan batuan granitik dan sienitik di wilayah beriklim tropis bagian selatan China (Haxel dkk, 2005).



Gambar 4. Konsentrat endapan timah aluvial mengandung zirkon (Z), kasiterit (K), monazit (M) dan xenotim (X), Kampar, Riau, Rohmana dkk, 2006.



Gambar 5. Perbandingan % berat kelimpahan kasiterit dan mineral ikutan pada konsentrat pasir timah (data dari beberapa Tim KPP Konservasi)

Monasit terdapat pada batuan beku dan beberapa batuan lainnya, konsentrasi terbesar dalam bentuk endapan letakan, bersama dengan mineral berat lainnya, sebagai hasil aktivitas angin atau air. Sumber daya monasit seluruh dunia sekitar 12 juta ton, dua pertiganya merupakan endapan pasir mineral berat di pantai timur dan selatan India.

Thorium terdapat pada beberapa mineral, sebagian besar bersenyawa dengan unsur tanah jarang berupa mineral tanah jarang-thorium fosfat, seperti monasit, yang mengandung sampai dengan 12% oksida thorium atau rata-rata 6-7% (<http://www.world-nuclear.org>, 2008). Mineral tanah jarang mengandung thorium sebagian besar dihasilkan dari endapan letakan. Sumber daya thorium dunia lebih dari 500.000 ton terdapat pada tipe letakan, urat dan karbonatit. Cebakan tipe tersebar pada batuan beku alkalin, terdapat sumber daya lebih dari dua juta ton. Sumber daya thorium dalam jumlah besar berada di Australia, Brasil, Kanada, Greenland, India, Afrika Selatan dan Amerika Serikat (<http://usgs.gov>, 2008).



Gambar 6. Penambangan, pengolahan emas dan zirkon pada tailing tambang emas aluvial, Katingan, Kalsel (Djunaedi dkk, 2006)

Di Indonesia, mineral tanah jarang yang telah diusahakan terdapat di sepanjang jalur timah dan di Kalimantan. Mineral tanah jarang di Kalimantan Barat terdapat berasosiasi dengan cebakan uranium. Zirkon di Kalimantan sebagai mineral ikutan endapan emas aluvial. Pada jalur timah mineral tanah jarang umum dijumpai berupa monasit, xenotim dan zirkon, yang pada pengolahan secara gravitasi, magnetik dan elektrostatik akan terpisah sebagai produk sampingan dari pengolahan timah (Gambar 9).

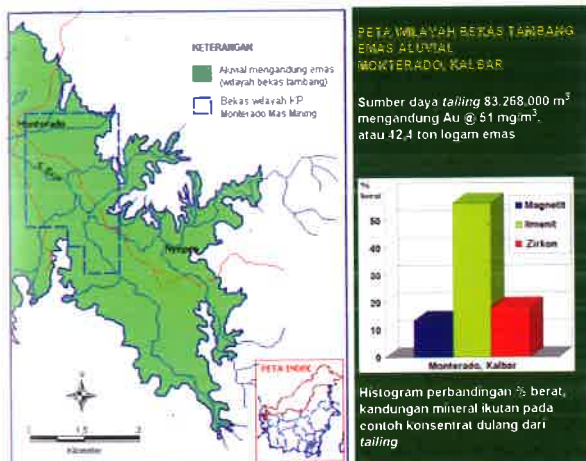
Pada neraca Pusat Sumber Daya Geologi, tahun 2007, tercatat sumber daya bijih monasit 185.992 ton. Potensi tersebut terdapat pada daerah-daerah penghasil timah utama meliputi Bangka, Belitung, Kundur dan Kampar. Sedangkan perkembangan akhir-akhir ini dengan kegiatan eksplorasi yang semakin intensif, temuan sumber daya monasit akan meningkat.

Selain terdapat sebagai mineral ikutan pada bijih timah dan emas aluvial, mineral tanah jarang terdapat juga bersama dengan bijih uranium. Bijih uranium di Rirang, Kalimantan Barat adalah tipe monasit yang diambil dari lembah Rirang Atas, Tengah dan Bawah. Kandungan unsur dalam bijih Rirang mempunyai nilai ekonomi cukup potensial yaitu uranium (U) 8528,75 ppm, unsur tanah jarang (UTJO₃) 60,85 %, fosfat

(PO_4) 32,84 % dan thorium (Th) 861,5 ppm (Erni dkk., 2004).



Gambar 7. Emas dan zirkon, perbesaran ± 30x, Katingan, Kalsel (Rohmana, dkk, 2006)



Gambar 8. Peta wilayah bekas tambang emas (sumber data Gunradi dkk, 2005)

Hasil penelitian cebakan uranium di Rirang oleh Suharji dkk 2006, diperoleh sumber daya uranium sebesar 178,43 ton U_3O_8 dan 5.964,61 ton UTJ dengan kategori sumber daya teruka sampai terukur. Keberadaan mineralisasi berupa urat mengisi skistositas berarah ENE-WSW terdapat pada batuan selang seling metalanau dan metapelite dalam zona berarah NNE-SSW. Mineralisasi di Rirang dijumpai berupa bongkah, namun secara umum pada batuan (batuan lapuk) masih dijumpai anomali radioaktivitas yang cukup tinggi. Dalam estimasi sumber daya U dan UTJ dilakukan pengelompokan yaitu pada bijih mengandung U dan UTJ, dan batuan (lapuk) mengandung U tanpa UTJ. Dari hasil estimasi didapat sumber daya sebesar 80,7973 ton U_3O_8 dan 3.420,0569 ton UTJ terdiri dari sumber daya terukur sebesar 20,2006 ton U_3O_8 dan 855,2639 ton UTJ, sumber daya

terindikasi sebesar 60,5967 ton U_3O_8 dan 2.564,7930 ton UTJ.

Penelitian UTJ pada endapan lepas pantai di daerah jalur timah dilakukan Puslitbang Geologi Kelautan Bandung. Berdasarkan hasil analisis terhadap 7 conto sedimen permukaan dasar laut di Perairan Pantai Gundi, Bangka Barat, dengan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma (ICP)* diketahui adanya peninggian kandungan unsur Niobium (Nb) dan unsur Tantalum (Ta). Di daerah yang diselidiki terdapat asosiasi mineral kolumbit-tantalit $(Fe,Mn)Nb_2O_6$ - $(Fe,Mn)Ta_2O_6$ dan pyrochlore $(Na, Ca, Ce)_2Nb_2O_6F$. Asosiasi antara unsur niobium dan tantalum merupakan salah satu penciri batuan pegmatis (Aryanto, dkk, 2008).

Hasil penelitian di Kuala Kampar Riau yang juga dilakukan oleh Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung didapatkan peninggian harga tantalum, zirkonium, neobium dan yttrium. Kandungan zirkonium lebih dari 90 ppm terdapat dalam 6 lokasi dengan kandungan terbesar 130ppm, yttrium dengan kandungan > 20 ppm terdapat 8 lokasi contoh dengan kandungan terbesar 39,3 ppm. Kandungan neobium lebih dari 10 ppm terdapat dalam 12 lokasi dengan kandungan yang paling tinggi sebesar 15,3 ppm, kandungan tantalum lebih dari 10 ppm terdapat pada 8 lokasi (Gambar 11.B). Unsur-unsur zirkonium, yttrium, neobium dan tantalum terdapat dalam sedimen permukaan dasar laut berupa pasir, pasir lanauan, lanau pasiran, lanau, dan lumpur pasiran (Setiady dkk, 2008).

Kandungan unsur tanah jarang yang relatif tinggi pada endapan di perairan Kuala Kampar tersebut kemungkinan berkaitan dengan keberadaan cebakan timah di Daratan Sumatera yaitu di daerah sekitar Kampar dan Bangkinang, dimana dihasilkan mineral kasiterit sebagai produk utama penambangan timah dengan mineral ikutan di antaranya monasit, xenotim, dan zirkon (Gambar 5). Pada peta sebaran unsur Sn dalam contoh endapan sungai fraksi - 80 mesh Pulau Sumatera (Gambar 11.A) menggambarkan juga pola peninggian unsur Sn yang meluas dari daerah sekitar Kampar dan Bangkinang menerus ke arah pantai timur Sumatera.

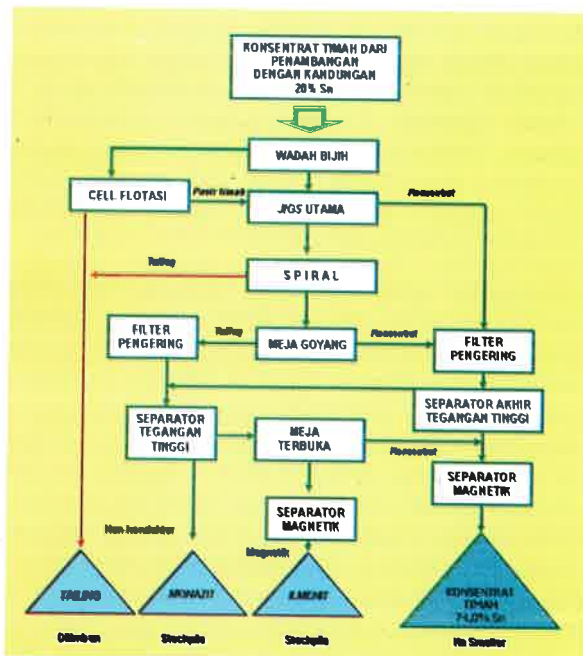
PENAMBANGAN DAN PENGOLAHAN

Tambang yang menghasilkan mineral tanah jarang, selama ini dilakukan dengan cara tambang terbuka. Mineral tanah jarang ditambang secara *open pit* untuk cebakan primer (bastnaesit), sedangkan tambang semprot dan kapal keruk (*dredging*) untuk cebakan aluvial (monasit, zirkon dan xenotim). Pada umumnya

MAKALAH ILMIAH

mineral-mineral tersebut merupakan produk sampingan.

- **Bastnaesit** merupakan sumber utama UTJ-ringan sebagai produk utama di Tambang Mountain Pass, Amerika Serikat. Operasi penambangan, pengolahan, dan pemurnian mineral ini telah berlangsung sejak 40 tahun yang lalu. Dalam lima tahun terakhir kapasitas produksi tambang telah mencapai 10 – 18 ribu ton oksida tanah jarang per tahun. Di Bayan Obo, bastnaesit diperoleh sebagai produk sampingan dari tambang bijih besi. Bijih bastnaesit di Bayan Obo mengandung 3 – 6% oksida tanah jarang, sedangkan di Mountain Pass 7 – 10% oksida tanah jarang. Dengan proses pengolahan mineral, terutama flotasi, diperoleh konsentrat bastnaesit dengan kadar 60% oksida tanah jarang, dengan proses pelindihan kadar dapat ditingkatkan menjadi 70% oksida tanah jarang, dan dengan kombinasi antara pelindihan dan kalsinasi kadar oksida tanah jarang dapat mencapai 85%.



Gambar 9. Bagan alir proses pencucian dan pemurnian pasir timah (modifikasi dari Herman dkk, 2005)

- **Monasit** yang juga merupakan sumber utama UTJ-ringan, diperoleh sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan mineral berat, seperti ilmenit, rutil, dan zirkon (Australia, Brazilia, Cina, dan India); serta kasiterit, ilmenit, dan zirkon (Malaysia, Thailand, dan Indonesia).

Konsentrat monasit terutama diperoleh dengan proses pengolahan mineral secara konsentrasi gravitasi, elektrostatis, dan magnetik. Sebagian besar konsentrat monasit yang umumnya berasal dari proses pengolahan mineral berat tersebut mempunyai kadar oksida tanah jarang 55 – 65%. Di daerah Bangka Tengah, monasit diperoleh dari pemisahan pasir timah dengan meja goyang (Gambar 10).

- **Xenotim** umumnya diperoleh sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan mineral berat, seperti kasiterit, ilmenit, zirkon, dan monasit di Asia Tenggara; serta penambangan dan pengolahan (pelindihan) bijih uranium di Kanada. Xenotim merupakan sumber utama UTJ-berat, khususnya yttrium. Di Malaysia dan Thailand, konsentrat xenotim mempunyai kadar 60% Y₂O₃.
- **Zirkon** di Indonesia dihasilkan dari penambangan dan pengolahan kembali tailing tambang emas aluvial, terutama pada wilayah bekas tambang rakyat, yang umumnya tailing masih terpapar di permukaan. Zirkon juga merupakan produk sampingan dari tambang timah aluvial.

Proses pemurnian bertujuan untuk memperoleh tanah jarang-garam yang salah satu atau lebih unsur telah dipisahkan, serta UTJ tunggal baik dalam bentuk tanah jarang-oksida maupun tanah jarang-metal. Sebelum teknologi pengolahan modern berkembang, ekstraksi unsur tanah jarang tunggal sangat sulit dilakukan. Akan tetapi saat ini tidak hanya konsentrat mineral tanah jarang dan garam tanah jarang yang dapat dijumpai di pasaran dunia. Namun dapat dijumpai pula unsur tanah jarang tunggal, dalam bentuk metal dan oksida. (<http://id.wikipedia.org>).



Gambar 10. Pemisahan pasir timah dan mineral ikutannya menggunakan meja goyang kondisi kering, Koba, Bangka Tengah

PENGUNAAN

Logam tanah jarang sudah banyak digunakan di berbagai macam produk (Tabel 3). Penggunaan logam tanah jarang ini memicu berkembangnya material baru. Material baru dengan menggunakan Logam Tanah Jarang memberikan perkembangan teknologi yang cukup signifikan dalam ilmu material. Perkembangan material ini banyak diaplikasikan di dalam industri untuk meningkatkan kualitas produk. Contoh perkembangan, yaitu yang terjadi pada magnet. Logam Tanah Jarang mampu menghasilkan neomagnet, yaitu magnet yang memiliki medan magnet yang lebih baik dari pada magnet biasa. Sehingga memungkinkan munculnya perkembangan teknologi berupa penurunan berat dan volume *speaker* yang ada, memungkinkan munculnya dinamo yang lebih kuat sehingga mampu menggerakkan mobil. Dengan adanya logam tanah jarang, memungkinkan munculnya mobil bertenaga listrik yang dapat digunakan untuk perjalanan jauh. Oleh karenanya mobil *hybrid* mulai marak dikembangkan.

Penggunaan UTJ yang lain lagi sangat bervariasi yaitu pada energi nuklir, kimia, katalis, elektronik, dan optik. Pemanfaatan UTJ untuk yang sederhana seperti lampu, pelapis gelas, untuk teknologi tinggi seperti fosfor, laser, magnet, baterai, dan teknologi masa depan seperti superkonduktor, pengangkut hidrogen (Haxel dkk, 2005). Zirkonium dapat menggantikan paduan magnesium-thorium pada pesawat ruang angkasa (<http://usgs.gov>)

Dalam industri metalurgi, penambahan logam tanah jarang juga digunakan untuk pembuatan Baja High Strength, low alloy (HSLA), baja

karbon tinggi, *superalloy*, dan *stainless steel*. Hal ini karena logam tanah jarang memiliki sifat dapat meningkatkan kemampuan material berupa kekuatan, kekerasan dan peningkatan ketahanan terhadap panas. Sebagai contoh pada penambahan logam tanah jarang dalam bentuk aditif atau *alloy* pada paduan magnesium dan aluminium, maka kekuatan dan kekerasan paduan tersebut akan meningkat.

Tanah jarang dapat juga dimanfaatkan untuk katalis sebagai pengaktif, campuran khlorida seperti halnya lanthanum, sedangkan neodimium dan praseodymium digunakan untuk katalis pemurnian minyak dengan konsentrasi antara 1% - 5%. Campuran khlorida logam tanah jarang ini ditambahkan dalam katalis zeolit untuk menaikkan efisiensi perubahan minyak mentah (*crude oil*) menjadi bahan-bahan hasil dari pengolahan minyak. Diperkirakan pemakaian logam tanah jarang untuk katalis pada industri perminyakan akan lebih meningkat lagi di masa mendatang (Aryanto dkk., 2008).

Pemanfaatan logam tanah jarang yang lain berupa korek gas otomatis, lampu keamanan di pertambangan, perhiasan, cat, dan lem. Untuk instalasi nuklir, logam tanah jarang digunakan pada detektor nuklir, dan *rod* kontrol nuklir. Yttrium dapat digunakan sebagai bahan keramik berwarna, sensor oksigen, lapisan pelindung karat dan panas.

China merupakan produsen utama logam tanah jarang di dunia. Tahun 2005 mampu memproduksi 43.000.000 ton. Kapasitas produksi ini merupakan 50% dari produksi logam tanah jarang dunia. Selanjutnya, dengan produksi logam tanah jarang yang besar tersebut, China mampu mendorong pertumbuhan teknologi industrinya. Kemudian mulai mendirikan industri elektronik nasional yang dapat bersaing dengan industri elektronik luar dengan kemampuannya menggunakan material logam tanah jarang. Saat ini China tidak hanya menguasai pasar barang elektronik seperti komponen komputer, televisi, monitor dan handycam, tetapi hampir semua jenis produk industri dengan harga yang sangat kompetitif, seperti industri baja, otomotif dan manufaktur lainnya (id.wikipedia.com)

Kebutuhan Amerika akan tanah jarang tidak tercukupi oleh produksi dalam negerinya, sehingga masih memerlukan juga impor, dimana penggunaan logam tanah jarang meningkat pada komponen untuk pertahanan seperti mesin jet pesawat tempur dan pesawat terbang komersial, sistem senjata rudal, elektronik, pendeteksi bawah laut, pertahanan antirudal,

alat pelacak, pembangkit energi pada satelit, dan komunikasi.

Penggunaan unsur tanah jarang di Amerika untuk kepentingan katalis pada otomotif 25%, katalis pada pemurnian minyak 22%, untuk imbuhan dan paduan industri metalurgi 20%, pelapis gelas dan keramik 11%, fospor-tanah jarang untuk lampu, televisi, monitor computer, radar dan film untuk X-ray 10%, magnet 3%, laser untuk medis 3%, dan lain-lain 6% (<http://usgs.gov>, 2008).

Penggunaan mineral tanah jarang semakin selektif, hal ini terkait dengan aspek lingkungan. Seperti monasit yang mengandung thorium, meskipun sifat radioaktif thorium rendah, akan tetapi dengan disertai turunannya berupa radium yang mempunyai sifat radioaktif lebih tinggi, dan akan terakumulasi selama proses pengolahan, maka dengan pertimbangan aspek lingkungan, penggunaan monasit lebih terbatas dan lebih diutamakan yang mengandung thorium rendah, seperti bastnaesit (Haxel, 2005)

PEMBAHASAN

Indonesia yang pada saat ini merupakan eksportir timah terbesar dunia, mempunyai potensi mineral tanah jarang yang besar juga. Mineral tanah jarang sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan timah mempunyai peluang untuk dikembangkan. Potensi mineral tanah jarang tidak hanya dijumpai di sepanjang jalur timah, akan tetapi juga melimpah sebagai mineral ikutan terdapat pada endapan emas aluvial terutama di Kalimantan. Selain itu mineral tanah jarang juga dijumpai dalam jumlah signifikan berasosiasi dengan cebakan uranium di Kalimantan.

Kemungkinan keterdapat mineral tanah jarang sebagai mineral ikutan pada cebakan bijih besi primer yang banyak dijumpai di sepanjang jalur timah seperti di Belitung, Bangka, Singkep, dan Lingga perlu diungkap, agar bijih besi yang selama ini diekspor telah memperhitungkan kandungan mineral ikutannya. Demikian juga prospek unsur tanah jarang tipe adsorpsi ion lateritik pada kompleks granitoid di sepanjang jalur timah, hanya sebatas indikasi sebagaimana yang ditemukan di daerah Tanjung Pandan, Belitung hasil penyelidikan Direktorat Sumberdaya Mineral (1996), sehingga data potensi cebakan UTJ tipe tersebut masih sangat minim.

Pemanfaatan tanah jarang sudah sangat beragam di dunia industri. Dari berbagai macam pemanfaatan logam tanah jarang, dapat disimpulkan bahwa material ini merupakan

material masa depan. Mengingat bahwa material tersebut menjadi pemicu lahirnya teknologi baru yang masih akan terus berkembang seperti LCD, magnet, dan baterai hybrid. Hal ini mengakibatkan permintaan logam tanah jarang yang akan terus meningkat. Industri logam tanah jarang menjadi sebuah industri yang menjanjikan yang akan berpotensi terus berkembang di masa depan.

Potensi besar dari logam tanah jarang tersebut akan sangat menguntungkan jika Indonesia turut serta untuk mengembangkannya. Terlebih lagi pasir mineral tanah jarang sebagai sumber logam tanah jarang, sebagian hanya dijadikan sebagai sampah buangan tambang timah, atau pemanfaatan pasir darat dan laut untuk bahan urug dari daerah jalur timah yang belum memperhitungkan kandungan mineral tanah jarang.

Pemanfaatan logam tanah jarang akan mampu membuka Indonesia terhadap penguasaan dan pengembangan teknologi, terutama teknologi elektronik. Peningkatan kualitas industri metalurgi di Indonesia, dan banyak manfaat yang dapat diperoleh Indonesia dari pengolahan logam tanah jarang terutama meningkatkan perkembangan industri.

KESIMPULAN

Tanah jarang sebagai komoditas yang berkaitan dengan teknologi tinggi mempunyai prospek di masa depan yang baik untuk dikembangkan. Mineral-mineral tanah jarang di Indonesia telah dihasilkan sebagai produk sampingan dari penambangan dan pengolahan emas aluvial dan timah aluvial. Produk sampingan sebagai komoditas yang dihasilkan dari perusahaan komoditas utamanya, meskipun belum mempunyai nilai ekonomi yang signifikan pada saat ini, namun prospek di masa depan yang akan menunjang pengembangan teknologi tinggi dan teknologi alternatif perlu untuk ditangani dengan baik. Apabila belum dijual perlu disimpan dan ditangani agar ketika nantinya dimanfaatkan dapat diambil kembali dengan mudah dan tidak menjadi turun nilai ekonomi, serta kualitas dan kuantitasnya.

Mineral basnaesit yang cenderung berasosiasi dengan cebakan bijih besi primer dan cebakan tipe skarn pada lingkungan metalogenik timah, maka pada penambangan atau cebakan bijih besi sebagaimana dijumpai di sepanjang jalur timah seperti di Belitung, Singkep, dan Lingga perlu dilakukan penelitian intensif terhadap kandungan mineral tanah jarang tersebut yang berpeluang untuk menjadi produk sampingan atau bahkan komoditas utama yang bisa

diusahakan. Demikian juga tipe adsorpsi ion lateritik pada batuan granitik dan sienit yang indikasinya telah ditemukan di daerah Pulau Belitung.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi, dan dewan redaksi Buletin Sumber Daya Geologi atas kerjasamanya.

ACUAN

....., 2008. *Neraca Sumber Daya Mineral Tahun 2007*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Ahmad, T., Edi, S., Afan, T., 1996. Laporan Eksplorasi Logam Langka di Daerah Tikus dan Badaw, Kabupaten Belitung, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.

Aryanto, N.C.J., Widodo, Raharjo, P., 2008. *Keterkaitan Unsur Tanah Jarang Thd Mineral Berat Ilmenit dan Rutil Perairan Pantai Gundi, Bangka*. Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung

Djunaedi, E.K., dan Putra, C., 2006. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian pada Wilayah PETI, di Daerah Kamipang, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Erni, R.A., Susilaningtyas, Hafni, L.N., Sumarni, Widowati, dan Rusydi, 2004. *Penentuan Kondisi Dekomposisi Optimal Bijih Uranium Rirang Kalan*, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-BATAN

Haxel, G.B., Hedrick, J.B., and., Orris G.J, 2005. *Rare Earth Elements—Critical Resources for High Technology*, US Geological Survey

Herman, D.Z., Suhandi, Fujiyono, H., dan Putra, C., 2005. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi di Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Bangka Belitung*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung

Hutamadi, R., Suherman, W., Pertamina, Y., 2007. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang, Daerah Karimun, Kepulauan Riau*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Gunradi, R., dan Djunaedi, E.K., 2003. *Evaluasi Potensi Bahan Galian pada Bekas Tambang dan Wilayah PETI di Daerah Monterado, Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung

Purawiardi, R., 2001. *Endapan Unsur-unsur Tanah Jarang dan Batuan Granit*. Majalah Metalurgi Volume 16 Nomor 1, Juni 2001, LIPI, Serpong

Rezende, M.M., dan Cardoso, V.R.S., 2008. *Rare Earth*. Brasil. <http://www.dnmp.gov.br>.

Rohmana dan Gunradi, R., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah PETI, Daerah Kotarawaringin Barat, Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Rohmana dan Tain, Z., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian pada Wilayah PETI Daerah Kampar, Provinsi Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Setiady D., Sianipar, A., Rahardiawan, R., Adam, Y., dan Sunartono., 2008. *Kandungan Unsur Tanah Jarang Sedimen Permukaan Dasar Laut*, Puslitbang Geologi Kelautan, Bandung

Suharji, Ngadenin, Wagiyanto, dan Sumama, 2006. *Peningkatan Kualitas Estimasi Cadangan Uranium dan Unsur Tanah Jarang Sebagai Asosiasinya di Sektor Rirang Hulu, Kalimantan Barat*, PPGN-BATAN, Jakarta

Suprpto, S.J., 2008. *Geokimia Regional Sumatera: Conto Endapan Sungai Aktif Fraksi -80 Mesh*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Verdiansyah, O., 2006. *Karbonatit: Petrologi dan Geologi Ekonomi*. UGM. Jogjakarta

Widhiyatna, D., Pohan, M.P., Putra, C., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang, di Daerah Belitung, Bangka-Belitung*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

<http://usgs.gov>.2008

<http://minerals.usgs.gov>.

http://id.wikipedia.org/wiki/Logam_tanah_jarang

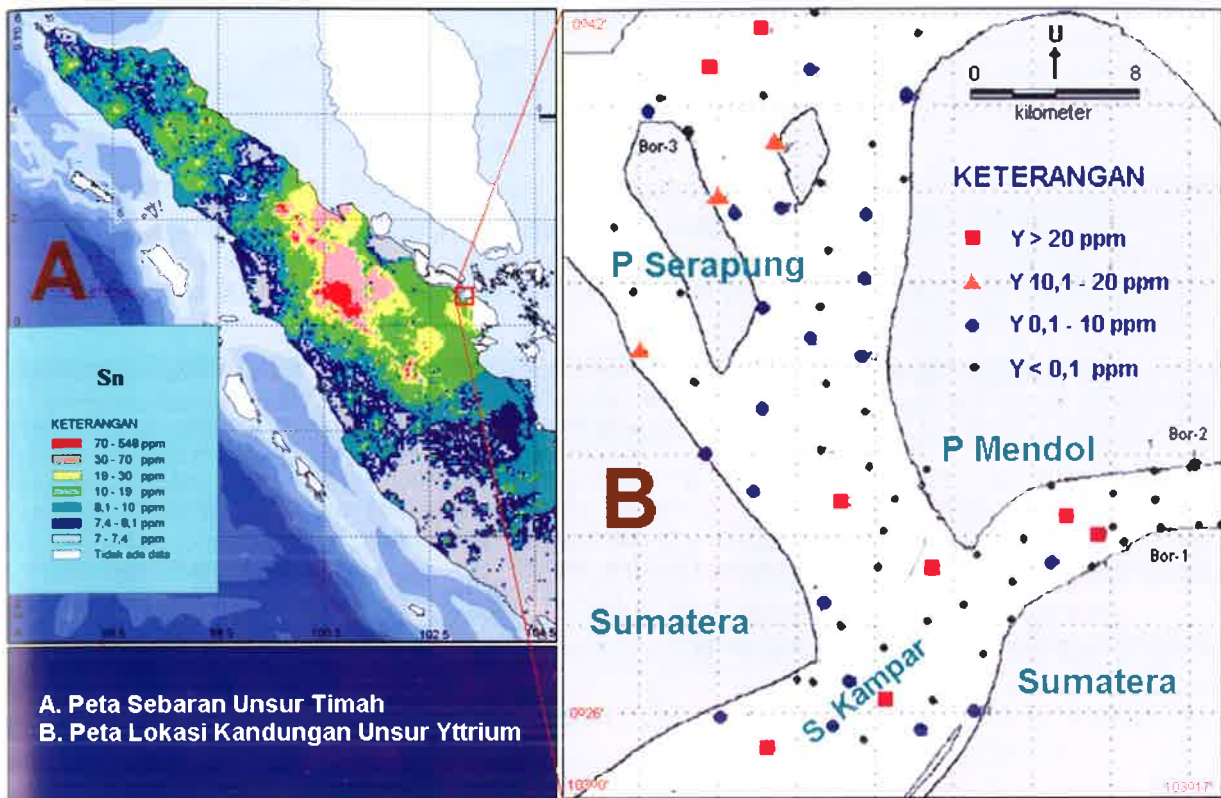
<http://www.world-nuclear.org/info/inf62.html>.Thorium.

Tabel 2. Cadangan dan produksi logam tanah jarang dunia (Rezende dan Cardoso, 2008)

Keterangan	Cadangan (10 ³ t)	Produksi (t)	
		2005	2006
Negara	2006	2005	2006
Brazil	44	958	958
Australia	5.800	-	-
Rusia	21.000
China	89.000	119.000	120.000
Amerika Serikat	14.000	-	-
India	1.300	2.700	2.700
Malaysia	35	750	200
Lain-lain	22.956
Total	154.135	123.408	123.858

Tabel 3. Konsumsi dunia logam tanah jarang untuk industri tahun 2005 (<http://id.wikipedia.org>)

Aplikasi	Unsur Tanah Jarang	Permintaan LTJ (ton)	Pemakaian Logam Tanah Jarang
Magnet	Nd, Pr, Dy, Tb, Sm	17.170	Motor listrik pada mobil hybrid Power steering elektrik Air conditioners Generator Hard Disk Drives
Baterai NiMH	La, Ce, Pr, Nd	7.200	Baterai Mobil Hybrid Baterai Rechargeable
Auto Catalysis	Ce, La, Nd	5.830	Gasoline and hybrids Diesel fuel additive Untuk peningkatan standar emisi otomotif global
Fluid Cracking Catalysis	La, Ce, Pr, Nd	15.400	Produksi minyak Peningkatan kegunaan minyak mentah
Phosphors	Eu, Y, Tb, La, Dy, Ce, Pr, Gd	4.007	LCD TV dan monitor Plasma TV Energy efficient compact fluorescent lights
Polishing Powders	Ce, La, Pr, mixed	15.150	LCD TV dan monitor Plasma TV dan display Silicon wafers and chips
Glass additives	Ce, La, Nd, Er, Gd, Yb	13.590	Kaca optik untuk kamera digital Bahan fiber optik



Gambar 11. A. Peta sebaran unsur Sn (Suprpto, 2008), dan B. Peta lokasi kandungan unsur yttrium di perairan dan pantai Kuala Kampar, Riau (modifikasi dari Setiady dkk, 2008)

DISTRIBUTION OF MINERAL RESOURCES AND AGGREGATES IN SAMBAS WATERS, WEST KALIMANTAN PROVINCE

By: I Wayan Lugra

Marine Geological Institute/Puslitbang Geologi Kelautan

ABSTRACT

Marine sediments of Sambas Waters, West Kalimantan, contain of five groups of minerals such as hydroxide oxides, silicates, sulfides, and carbonates. The dominant mineral in hydroxide oxides group is magnetite that composes about 0.00720% and lowest is 0.00310% of the sediments, followed by hematite, limonite, and rutile.

Augite being the dominant mineral in silicate group was found in six samples with highest percentage of 0,0091%, followed by casiterite and hornblende. Pyrite from the sulfide group, is present in six samples of seven sediment samples with average percentage of <1%.

Dolomite is the only mineral that represents carbonate group and it was found in 7 samples with average percentage of less than 1%. While Mica minerals that occur in the study area are muscovite. Muscovite was observed in four sample of seven samples analysed, with highest percentage of 0.000771% and the lowest 0.00018%.

Aggregates that have been exploited in the study area are andesite, dacite and sands that compose the alluvium and old volcanic units.

SARI

Sedimen permukaan dasar laut Perairan Sambas, Kalimantan Barat, mengandung 5 kelompok mineral yaitu mineral-mineral hidroksida, silikat, sulfida, dan karbonat. Mineral dominan dari Kelompok hidroksida adalah magnetit, dengan kadar tertinggi sekitar 0,00720 % terendah 0,00310% dari seluruh sedimen, kemudian diikuti oleh hematit, limonit dan rutil.

Augit adalah mineral yang dominan di kelompok silikat dan dijumpai dalam 6 contoh sediment dengan persentase tertinggi 0,0091, diikuti oleh kasiterit, dan hoirnblende. Pirit dari kelompok mineral sulfide terdapat dalam 6 contoh sedimen dari 7 contoh yang dianalisa, dengan kadar rata-rata lebih kecil dari 1 %.

Dolomit adalah satu-satunya mineral yang dijumpai dari kelompok mineral karbonat dan terdapat dalam 7 contoh yang dianalisa dengan prosentase rata-rata dibawah 1 %, sementara kelompok mineral mika yang terdapat di di daerah penelitian adalah muskofit. Muskofit dijumpai dalam 4 contoh sedimen dari 7 contoh yang dianalisa dengan prosentase tertinggi adalah 0,000771% dan terendah 0,00018%.

Agregat yang telah dieksplotasi di daerah penelitian adalah andesit, dasit dan pasir dari endapan alluvial dan batuan vulkanik tua.

INTRODUCTION

The study area is located between $1^{\circ}05' - 1^{\circ}16' N$ and $108^{\circ}53'20'' - 109^{\circ}00'00'' E$, is under the administration of Pemangkat, the regency of Sambas, West Kalimantan Province. The extent of the study area is about 110 km^2 , including 27 km long shoreline.

Fourty sediment samples were obtained from the coastal and marine waters. Mineral analysis of 7 samples, show indication of heavy mineral occurrence. The samples are evenly distributed and hence can be considered to represent the whole area.

The aim of this study is (1) to find heavy mineral resources indication that may occur in Sambas Waters, and (2) to catalog aggregate resources such as stones, sands, gravels, reclamation

material, that were needed by local government to develop the area to support industries that are growing in the western part of Sambas (fish pond and tourism).

Heavy mineral is defined as minerals with specific gravity (SG) > quartz's SG of 2.65 or feldspar 2.54 – 2.76. Heavy mineral is also defined as minerals heavier than 2.8 (Brenininkmeyer, 1978 and Folk, 1980).

METHODS

Sediment sampling in the shore involved sampling of different types of sediments. Sampling of seafloor sediments was conducted systematically following the grids of study area using by grab sampler. Sampling position was determined by GPS Garmin 120 (Figure 1).

Heavy mineral analysis was carried out on very fine grain sand (<3 phi) in each samples. Magnetic minerals were separated by hand magnet, while non magnetic minerals were separated by bromoform. Minerals identification was conducted by using binocular microscope.

REGIONAL GEOLOGY

2.1. Physiographic

Generally physiographic of the surveyed area can be divided into 5 units as follows :

1. **Beach Line (Beach row/Lajur Pantai)** occupied along coast line of surveyed area, laying between 1,5 km to 13,4 km from coast line toward land direction. This unit was believed forming during highest sea level (3-6 metres above now sealevel) in regression Holocene 5500 years ago.
2. **Alluvial Plain (Dataran Aluvial)** is very dominant unit that was covering big part of surveyed area. Alluvial plane consist of valley swamp which is water flooded, that characterized by very fine sand, grayish clay, rich of organic materials.
3. **White sand Plane (Undak Pasir Putih)** is groupy spreading laying in the north and south of Sambas River Mouth.
4. **Low Wavy Hill (Perbukitan Bergelombang Rendah)** occupied in the east of surveyed area with 100 meters high fro sea level and is formed during Mezozoic
5. **Cliff Hill (Perbukitan Curam)** is groupy sprea located in the south of Sambas River Mouth. This unit is intrusion has began from Trias to Tertiary.

2.2. Stratigraphic

Based on Geological Map of Sambas/Siluas Sheet with scale 1 : 250.000 (E Rusmana , et.al.,1993) the stratigraphic of surveyed area can be differentiated into six units from young to old as follows :

Age	Unit	Lithology.
Quaternary	Alluvial Deposits and Swamp (Qa) < 35 meters	Mud, gravel, sand, plant materials
Quaternary	Litoral Deposits (Qc) < 20 meters	Mud, gravel, sand, limestones and plant materials
Late Oligocene - Early Miocene	Sintang Intrussion (Toms)	Diorite, granodiorite, dacite, andecite.
Late Cretacious	Granite Pueh (Kup)	Adamellite, granitbiotite, monzogranite, medium to coarse grains, hipidiomorfic, uniform grains and rich of senolite.
Late Triassic - Early Jurassic	Bengkayang Group (TrJb)	Sandstone, mudstone, siltstone, conglomerate, shale, tuffaceous sandstone, tuff commonly carbonaceous
Late Triassic	Sekadau Volcanic Rock (Tr USK)	Basalt, dolerite, andesite, tuff, breccia, agglomerate.

- **Alluvial Deposits** (Qa) covering almost 50% of whole surveyed area.
- **Litoral Deposits** (Qc) spreading a long coast line of surveyed area with wide spread between 1.5 km – 9 km
- **Sintang Intrusion** (Tomj) group spreading in the south of Sambas River Mouth.
- **Granite Pueh** (Kup) founded solitary in the sea and shore line northern part of surveyed area.
- **Bengkayang Group** (TrJb) and **Sekadau Volcanic Rock** (Tr USK) solitary group spreading founded in the south of Sambas River Mouth.

MINERAL RESOURCES INDICATION AND DISCUSSION

Five groups of mineral were found in study area those are oxides, hydroxides, silicates, sulfides and carbonates, based on optical mineralogy classification (Paul F Kerr, 1963). Oxides are the most common groups found (Table 1).

Table 1. Minerals Analysed Results

SAMPLES NO. MINERALS	PMK-05 %	PMK-08 %	PMK-10 %	PMK-11 %	PMK-16 %	PMK-17 %	PMK-PNT1 %
Dolomite	0,03657	0,00162	0,00143	0,00688	0,0071	0,00578	0,00544
Limonite	-	-	-	0,00117	-	0,00173	0,00145
Magnetite	0,00480	0,00330	0,00320	0,00310	0,00330	0,00270	0,00720
Hematite	0,01828	-	0,00158	0,00181	-	0,00231	-
Rutile	0,00609	-	-	-	-	-	-
Cangkang	0,02742	0,00040	0,00095	0,00452	0,00092	0,00520	0,00326
Muskovite	-	0,00018	-	0,00072	0,00018	0,00077	-
Casiterite	-	0,00013	0,00269	0,00380	-	0,00694	0,00435
Augite	0,00914	0,00013	0,00047	0,00090	-	0,00096	0,00036
Phyrite	0,01219	0,00018	0,00063	0,00145	0,00009	-	0,00072
Quart	-	0,00036	0,00047	0,00126	-	-	-
Hornblende	-	-	0,00032	-	-	-	-

Oxides

Minerals representing this group are magnetite ($\text{Fe}^{\text{II}}\text{Fe}_2^{\text{III}}\text{O}_4$), hematite (Fe_2O_3), ilmenite (FeTiO_3), rutile (TiO_2), and cassiterite (SnO_2). The prevalent mineral of this group is magnetite with percentage ranges between 0.00310% and 0.00720%. The lowest content was found in PMK-11 while the highest occurred in PMK-PNT1 from Jawa. In general, the percentage of magnetite in seafloor sediments is lower than beach deposits.

Following magnetite is hematite with percentage ranges from 0.00158% (PMK-10) to 0.01828% (PMK-05). The content of hematite in beach deposits is even, while in seafloor sediments it varies greatly.

Rutile was observed in one of seven samples containing heavy mineral, with content 0.00609% founded in PMK-05.

Casiterite is the second most commonly occurring mineral and was observed in five samples with percentage ranges between 0.00013% (PMK-08) and 0.00694% (PMK-17).

Magnetite is multiple oxides mineral within the spinel group, is common in most igneous and metamorphic rock. In igneous rock it is a late magmatic mineral. It is a common detrital mineral in sand accumulated along modern or ancient strand lines.

Hematite is rare as an original constituent of igneous rocks, but is an important mineral, ilmenite a widely distributed mineral in some types of igneous rock, more especially diabbases and dolomite, it is an important constituent of titanium-bearing sand, and often associated with magnetite in iron ore.

Rutile is rather widely distributed accessory mineral in various metamorphic rocks, rutile also occurs as a detrital mineral.

Cassiterite occurs in granite pegmatite, in greisen and in high temperature veins, the usual are quartz, muscovite, schorlite and topaz.

Hydroxides

Hydroxides mineral in study area is representing by limonite { $H_2Fe_2O_4(H_2O)_x$ }, it is the third commonly mineral that was founded in three samples. The lowest content of limonite, 0.00117%, was observed in beach sediment, PMK-11. The highest content, 0.00173%, was observed in PMK-17.

Limonite is secondary mineral product, ordinary the result of oxidation or weathering. It may form a cement for sand grains. It is often present on the surface of rock.

Silicates

The prevalent mineral of this group is augite $Ca(Mg,Fe)(SiO_3)_2(Al,Fe)_2O_3$, which was found in six samples from seven analysed samples. The highest percentage of augite occurred in PMK-05 (0,00914%), while the lowest occurred in PMK-PNT-1 (beach deposits) was about 0.00036%.

Augite is silicates chain structures mineral, within pyroxene group and very common mineral in subsilicic igneous rock such as auganites, gabbros, basalt and olivine gabbros, peridoties and pyroxene andesite. Locally it is found in gneisses and granulites of high metamorphic grade. Augite is also a common detrital mineral.

Another silicates mineral was founded in the study area is Muscovite (Silicates : sheet structure within the Mica group) was observed in four of seven samples analysed with lowest percentage of 0.00018% (PMK-06m and PMK-16) and the highest of 0.00077% (PMK-17)

The third mineral that was commonly occurred is quart that was found in three of seven samples analysed. The samples are PMK-08 (0.00036%), PMK-10 (0.00047%), and PMK-11 (0.00126%).

Another mineral that was observed is hornblende, which is the indicator of intensity and type of metamorphism in the host rock. This mineral was observed in PMK-10 (0.00036%).

Sulfides

Sulfides mineral is represented by pyrite (FeS_2) that was observed in six of seven samples observed. Pyrite composes <1% of sediment with the highest percentage of 0.01219% (PMK-05) and the lowest 0.00009% (PMK-16). Pyrite is the most common sulfide mineral, it occurs in many rock type, in vein, and

in replacement deposits. Where oxidation has been present pyrite be altered to limonite.

Carbonates

Dolomite ($CaCO_3$) represents the carbonates mineral within calcite group, was observed in all samples analysed. The highest percentage is 0.03657% (PMK-05) and the lowest 0.000143% (PMK-10). Dolomite is very common mineral, it occurs in veins and replacement deposits, in sedimentary dolomite rocks and limestones, and in the metamorphic dolomite rock

Aggregate Resources

The study area contains abundant aggregate resources such as rocks and sands.

Rock

Abundant rock material in the study area consists of andesitic, dacitic and basaltic intrusions. A few andesitic and dacitic intrusions have been exploited traditionally for building material in Kecamatan Pemangkat. The most significant rock mining is in Ujung Batu Village that produces 15 – 20 medium trucks for building material in areas in and around Pemangkat.

Sand

Sand is abundant in the northern part of study area (Jawae) and also a few inTanjung Bila in the southern part. Good quality sand is from Recent alluvium, fine to coarse-grained sand, that covers the coasts and river edges. Sand covering the low-lying areas belongs to old volcanic formation consists of sand intercalated with pumice and tuff and also tuffaceous sandstone. Sands for building material are usually coming from sand deposits in the coastal area , for example in Jawae Beach, and Tanjung Bila.

DISCUSSION

In generally magnetite is most igneous and methamorphic rocks. In gneous rock it is a late megmatic mineral. It s common detrital mineral in sands accumulated a long modern or ancient strand lines. Magnetites that was founded in study area, occuring may possibly be related to the contact metamorphism of dacite, andesite and basalt intrusions (sintang Intrusion) of Late Oligocene - Early Miocene

CONCLUSION

1. Mineral resources in Sambas Waters consist of minerals from five groups mineral those are oxides mineral,

hydroxides, silicates, sulfides, and carbonates.

2. The most commonly found mineral in oxides mineral is magnetite that was observed in all samples analysed with highest percentage of 0.00720% and lowest is 0.00310%. Following magnetite is hematite, ilmenite, and rutile.
3. Representing of the hydroxides mineral is limonite 0.00117%, was observed in beach sediment, PMK-11. The highest content, 0.00173%, was observed in PMK-17.
4. Silicates is represented by augite and muscovite. Augite that was observed in six samples with highest percentage of 0.0091%, while muscovite was observed in four sample of seven samples analysed, with highest percentage of 0.000771% and the lowest 0.00018%.
5. Sulfides mineral is represented by pyrite that was observed in six of seven samples with average percentage of < 1%.
6. Aggregates that have been exploited in study area are rock with andesitic and dacitic composition and sand that comes from alluvium and old volcanic products.

Acknowledgment

Writer to convey highest appreciation and thanks to :

1. Director of Marine Geological Institute, to give me their believe for leading the marine geological and geophysical research in Sambas waters, West Kalimantan.
2. Chief of Marine Geological Thematic Mapping Project, who has budgeting this research
3. All of the research members for their support
4. All of the "Buletin Sumber Daya Geologi" Editors for their advises, so that writer can complete this paper.

REFERENCES

- Abdul Wahib dr, 2004, *Kajian Agregat di Perairan Muara Sungai Sambas, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat*, Pusat Pengembangan Geologi Kelautan Bandung, tidak dipublikasi
- Brenninkmeyer, B.M., 1978, *Heavy Mineral, The Encyclopedia of Sedimentology, Encyclopedia of Earth Sciences*, Volume VI. Ed. By W Rhodes W. Fairbridge & Joanne Bourgeois, Dowden, Huttington & Ross Inc., pp 400-402
- Cronan, D.S., 1980, *Underwater Mineral*, Academic press, 362p.
- E Rusmana, dr., 1993, *Peta Geologi Lembar Sambas / Siluas, Kalimantan Sekala 1 : 250.000*, Puslitbang Geologi, Bandung
- Paul F. Kerr, 1961, *Optical Mineralogy*, Colombia University

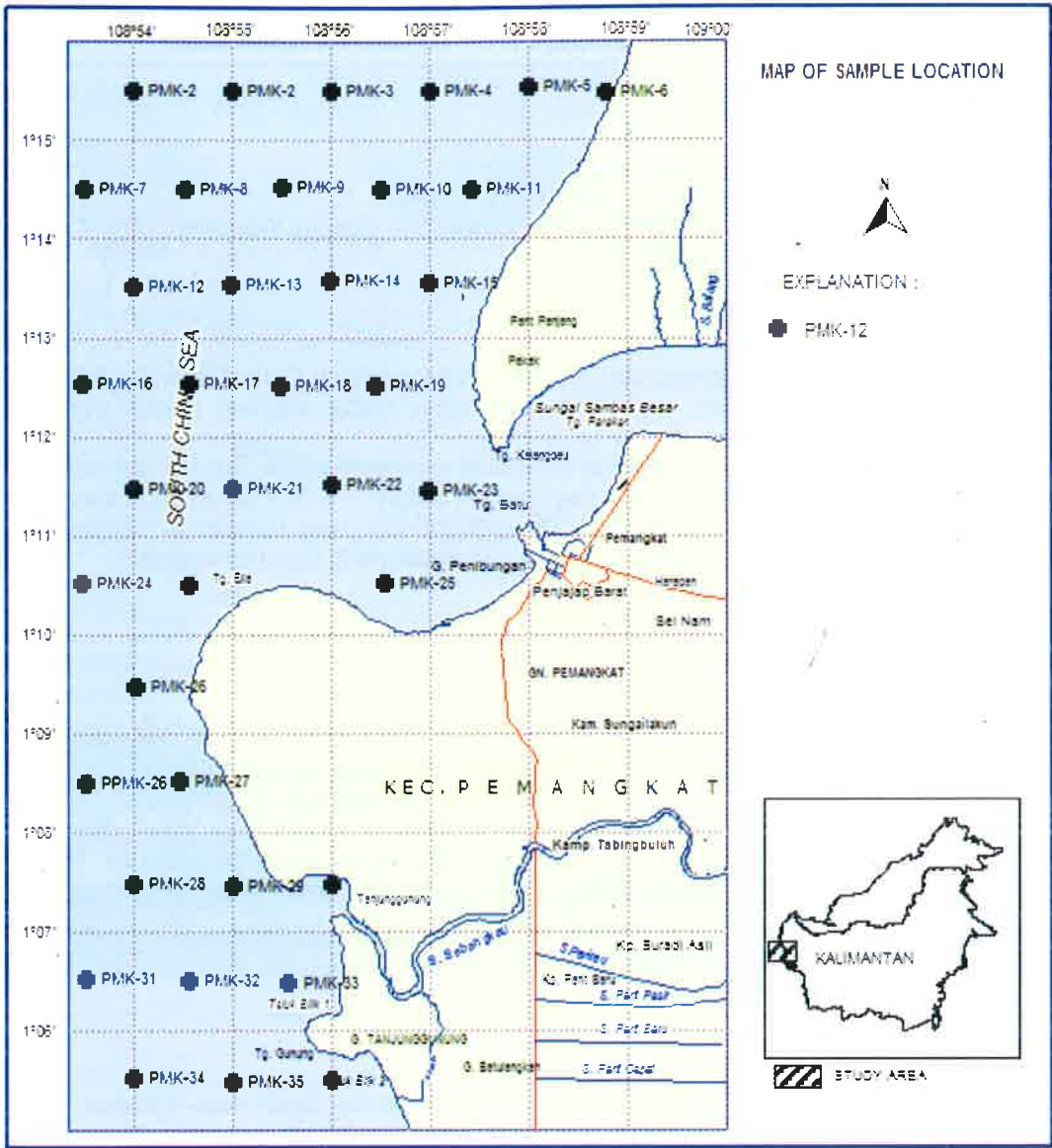


Figure 1. Map of the sampling sediment

INDIKASI KEBERADAAN GAS BIOGENIK, BERDASARKAN HASIL PENDUGAAN GEOLISTRIK DI DELTA CIMANUK INDRAMAYU, JAWA BARAT

Oleh :

I Nyoman Astawa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan

Sari

Penelitian mengenai keberadaan gas dangkal/biogenik di Delta Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat bertujuan untuk memenuhi kebijakan pemerintah, untuk mencari energi alternatif sebagai pengganti migas.

Hasil interpretasi geolistrik di daerah penelitian mengindikasikan, bahwa gas biogenik terdapat pada lapisan lempung dengan nilai resistivitas berkisar antara 1-1,74 Ohm.m pada kedalaman sekitar 40 meter. Gas biogenik hanya terdapat di Desa Brondong yang terletak di bagian timur daerah penelitian, sedangkan semakin ke barat keberadaan gas biogenik semakin mengecil.

Kata kunci : Geolistrik, interpretasi, gas biogenik

Abstract

Study of the exiting biogenic gas in Cimanuk Delta, Indramayu, West Java in order to full fill the Government Policy to find out of alternative energy for substituting oil and gas.

Result of Resistivity interpretation in the study area indicated that biogenic gas founded in clay layer with resistivity value ranging from 1-1,74 Ohm, at 40 meters depth. Biogenic gas was founded at Brondong only, which is located in the eastern part of study area, while to the west direction the exiting of biogenic gas to be smaller.

Keywords : Resistivity, interpretation, biogenic gas

PENDAHULUAN

Sejalan dengan kebijakan pemerintah yang dituangkan dalam UU Nomor 20 tahun 2002 tentang ketenagalistrikan, Puslitbang Geologi Kelautan berupaya melakukan survey eksplorasi prospektif gas biogenik di daerah Delta Sungai Cimanuk Kabupaten Indramayu. Melalui survey ini diharapkan dapat mengidentifikasi potensi gas biogenik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif sehingga dapat menjamin ketersediaan sumber energi bagi daerah tersebut.

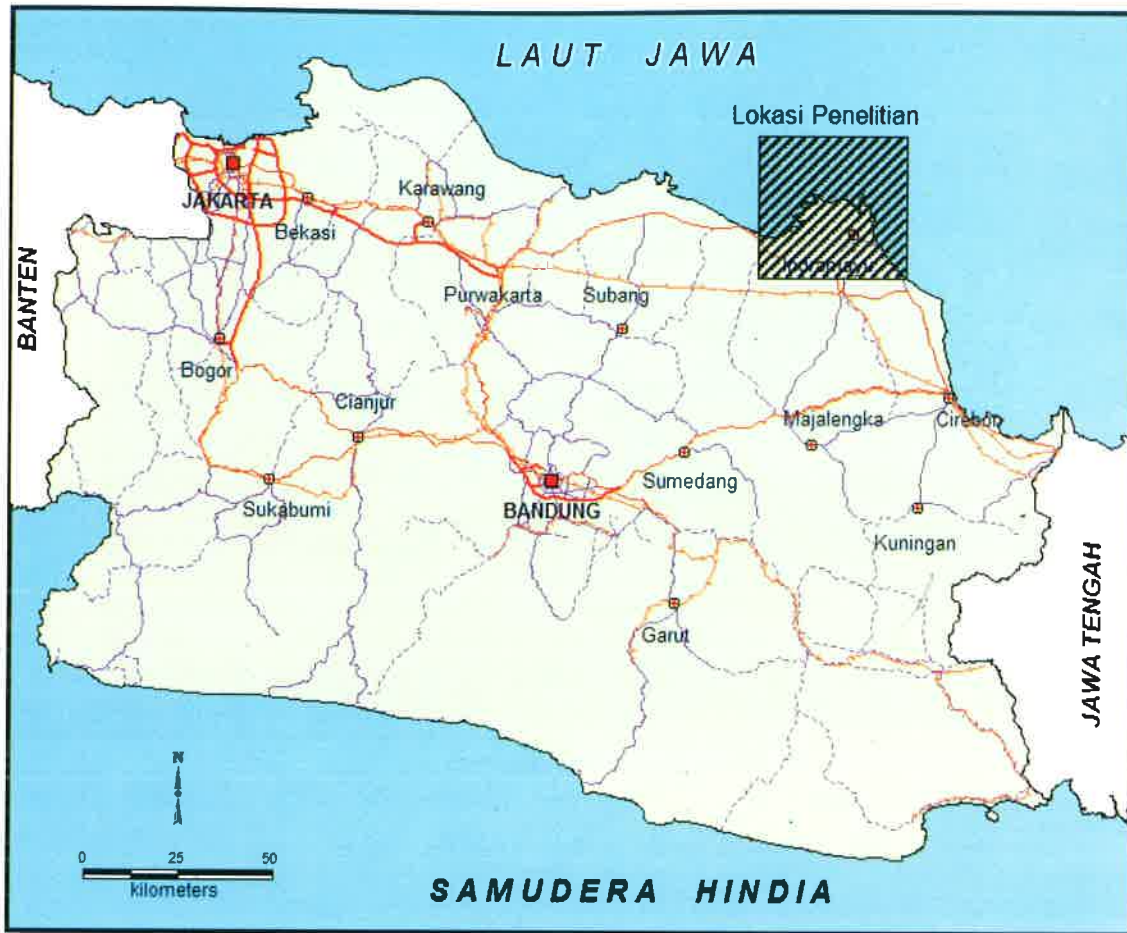
Maksud survey ini adalah untuk melakukan pengukuran geolistrik resistivitas secara *lateral mapping* (2D) dalam rangka kegiatan prospektif gas biogenik di daerah Delta Sungai Cimanuk Indramayu. Dari hasil pengukuran ini diharapkan dapat terinventarisir sumberdaya energi gas biogenik sebagai bahan bakar. Adapun tujuannya adalah untuk menghasilkan penampang resistivitas *lateral mapping* (2D). Distribusi nilai resistivitas tersebut

selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi lapisan sedimen sebagai media keberadaan gas, mengidentifikasi lebih rinci lokasi yang memperlihatkan keberadaan gas biogenik.

Secara administrasi daerah penelitian termasuk dalam Kabupaten Indramayu, Propinsi Jawa Barat dan secara geografis terletak pada $108^{\circ} 00' - 108^{\circ} 30' BT$ dan $06^{\circ} 06' - 06^{\circ} 30' LS$ seluas $\pm 1359 \text{ Km}^2$ (**Gambar 1**).

GEOLOGI REGIONAL

Kawasan pesisir utara Jawa Barat merupakan wilayah yang ditutupi oleh endapan aluvium yang sangat luas. Proses sedimenasi pada garis pantai terkini terus berlangsung yang dilakukan oleh sungai-sungai yang bermuara di Laut Jawa. Sungai-sungai tersebut membawa material sedimen dalam jumlah besar, disebarkan di laut Jawa dan diendapkan kembali di garis pantai mengakibatkan garis pantai utara Jawa Barat pada umumnya mengalami akresi.

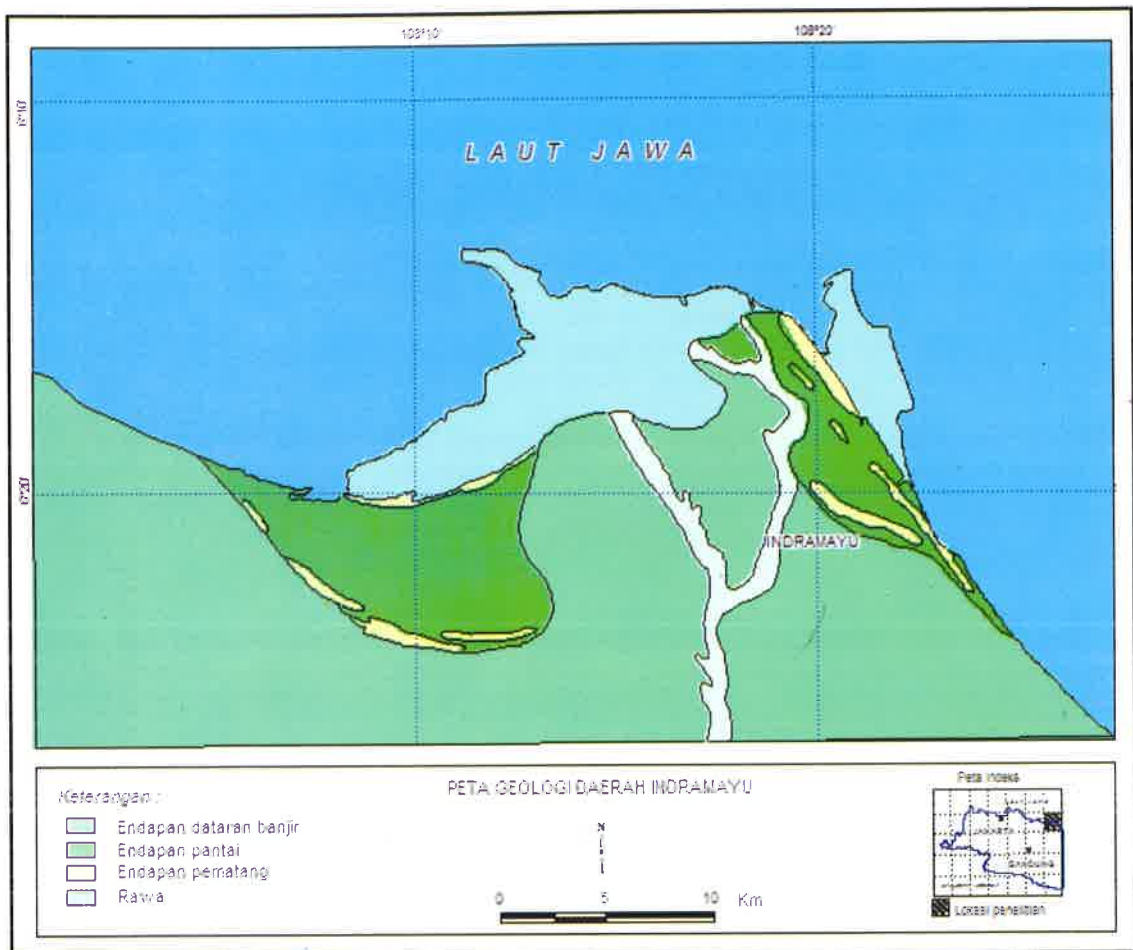


Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Indramayu yang disusun oleh Sudana dan A. Achdan (1992), yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, satuan batuan di daerah penelitian semua berumur Kuartar. Adapun rinciannya adalah sebagai berikut :

Satuan yang paling tua adalah konglomerat dan batupasir tufaan (Qav) yang berfasies daratan dan berumur Plistosen. Terdiri atas konglomerat batupasir konglomeratan, batupasir tufan dan tuf. Konglomerat berwarna

kelabu keuningan, lepas, perlapisan kurang jelas, banyak dijumpai lapisan silang siur berukuran lebih kurang 1,5 meter. Tebal satuan ini lebih kurang 125 meter. Satuan ini merupakan endapan sungai jenis kipas alluvium dan menyebar ke arah selatan pada lembar Arjawinangun sebagai Satuan Batupasir tufan, lempung dan konglomerat. Satuan ini ditutup oleh aluvium yang berumur Holosen terdiri atas endapan dataran banjir, endapan pantai, endapan pematang pantai, endapan sungai dan endapan delta (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Indramayu (D. Sudana dan A. Achdan, 1992)

Endapan Dataran Banjir terdiri atas lempung pasir, lempung humusan, berwarna coklat keabu-abuan sampai kehitaman. Makin ke selatan batuan ini makin tufan dan warnanya semakin kemerahan. Satuan ini menutup satuan yang lebih tua ditandai dengan adanya bidang erosi, seperti yang nampak di Sungai Cibogor dan Kali Kandanghaur bagian hulu. Endapan ini menyebar luas ke Lembar Cirebon dan Arjawinangun sebagai Aluvium.

Endapan Pantai terdiri atas lanau, lempung dan pasir, mengandung pecahan moluska. Satuan ini berbatasan dengan tanggul-tanggul pantai. Sebarannya di pantai bagian tengah dan bagian timur. Daerah ini merupakan pesawahan dan tambak garam.

Endapan Pematang Pantai terdiri atas pasir kasar sampai halus dan lempung, banyak mengandung moluska. Tinggi pematang ada yang mencapai 5 m. Sebaran pematang-pematang ini terbatas di sekitar pantai, biasa posisinya satu dengan yang lainnya sejajar, ada juga yang memancar dari satu titik (apek).

Daerah ini merupakan pemukiman dan lokasi jalur jalan. Jalan Raya Jakarta Cirebon sebagian terdapat pada pematang pantai ini.

Endapan Sungai terdiri atas pasir, lanau dan lempung, berwarna coklat, terlampar terutama di sepanjang Sungai Cimanuk.

Endapan Delta terdiri atas lanau dan lempung, berwarna coklat kehitaman, mengandung sedikit moluska, ostrakoda, foraminifera plangton dan bentos. Daerah satuan ini merupakan tempat pertambakan bandeng, udang dan hutan bakau. Sebarannya hanya meliputi daerah muara sungai besar, seperti muara Sungai Cimanuk sampai Cililin.

Batuan sedimen di bawah endapan pantai utara Jawa Barat adalah batuan sedimen berumur Tersier dan merupakan batuan sedimen yang menghasilkan hidrokarbon dan gas bumi.

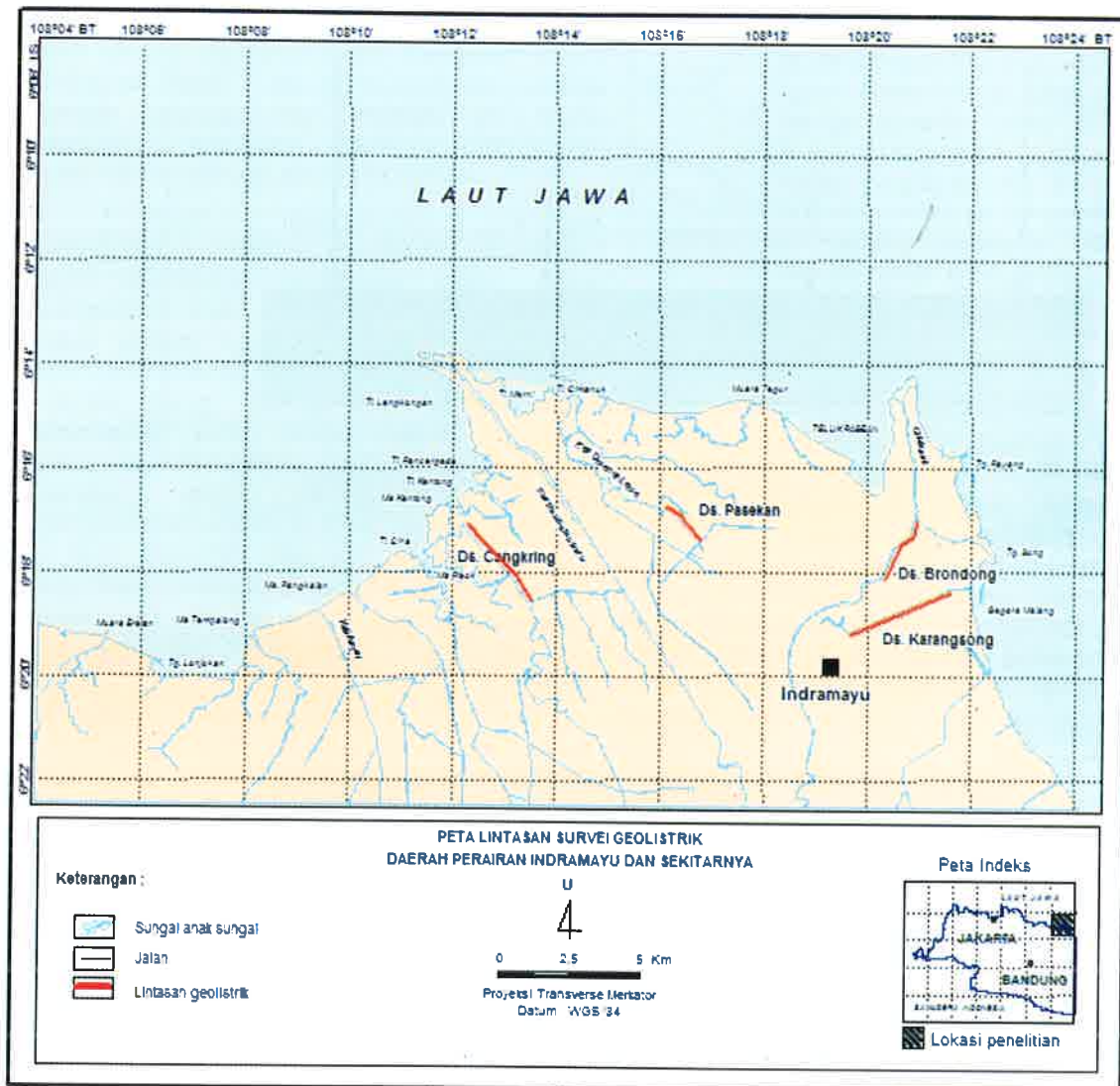
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode positioning, dan geolistrik resistivitas. Metode positioning adalah metode yang digunakan untuk menentukan posisi lintasan dalam melaksanakan penelitian geolistrik resistivitas. Metode positioning menggunakan peralatan GPS (Global Positioning Sistem) Garmin 210 dengan antena penerima.

Metode geolistrik merupakan metode geofisika yang digunakan untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan bumi dengan cara

mempelajari sifat aliran listrik pada lapisan batuan.

Pada metode geolistrik resistivitas, sifat aliran listrik yang dipelajari adalah resistivitas batuan. Resistivitas batuan merupakan besaran fisika yang berhubungan dengan kemampuan suatu lapisan batuan dalam menghantarkan arus listrik. Lapisan batuan yang mempunyai nilai resistivitas rendah, berarti mudah menghantarkan arus listrik. Sebaliknya lapisan batuan yang nilai resistivitasnya tinggi, berarti sulit menghantarkan arus listrik.



Gambar 3. Peta Lintasan geolistrik

Cara pengukuran metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik searah ke dalam bumi melalui dua elektrode arus (C_1 dan C_2). Selanjutnya respon

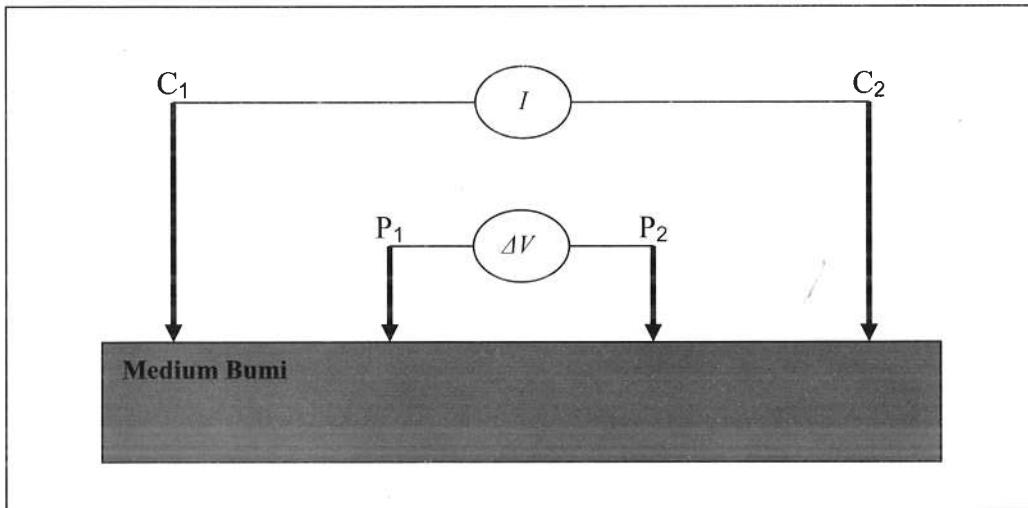
beda potensial antara dua titik di permukaan yang diakibatkan oleh aliran arus tersebut, diukur melalui dua elektrode potensial (P_1 dan P_2). Secara skematis prinsip kerja metode ini ditunjukkan pada gambar 4. Berdasarkan nilai

MAKALAH ILMIAH

arus listrik (I) yang diinjeksikan dan beda potensial (ΔV) yang ditimbulkan, besarnya resistivitas (ρ) dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (2.1)$$

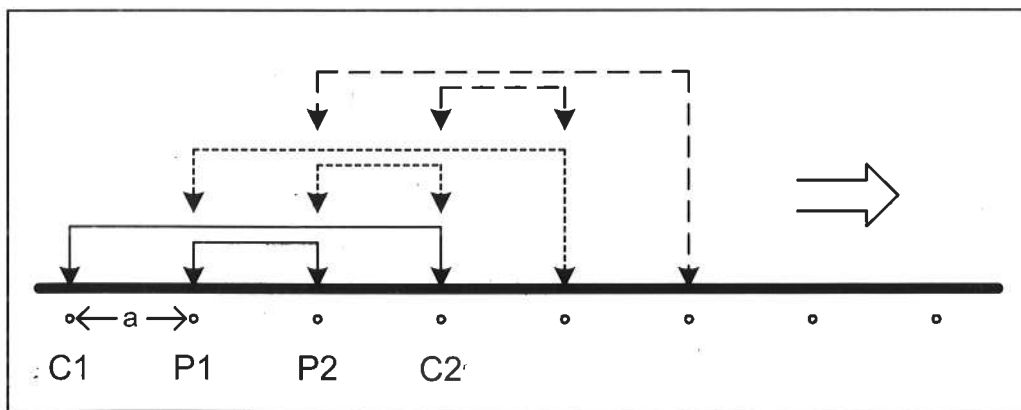
Parameter K disebut faktor geometri. Faktor geometri merupakan besaran koreksi terhadap perbedaan letak titik pengamatan. Oleh karena itu, nilai faktor geometri ini sangat ditentukan oleh jenis konfigurasi pengukuran yang digunakan. Konfigurasi pengukuran berhubungan dengan cara meletakkan elektrode arus dan elektrode potensial pada saat pengukuran.



Gambar 4. Prinsip kerja metode geolistrik resistivitas

Teknik pengukuran secara *lateral mapping* (2D) digunakan untuk mengetahui sebaran harga resistivitas pada suatu areal tertentu. Setiap titik

target akan dilalui beberapa titik pengukuran. Ilustrasi cara ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Teknik akuisisi secara lateral mapping

Pada gambar diatas disajikan skema akuisisi data secara *lateral mapping* menggunakan konfigurasi Wenner. Untuk group pertama ($n=1$), spasi dibuat bernilai a . Setelah pengukuran

pertama dilakukan, elektrode selanjutnya digeser ke kanan sejauh a (C_1 dipindah ke P_1 , P_1 dipindah ke P_2 , dan P_2 ke C_2) sampai jarak

maksimum yang diinginkan. Dalam hal ini, nilai faktor geometrinya adalah :

$$K = 2\pi a \dots\dots\dots (2.2)$$

Sehingga dari persamaan (2.1) dan persamaan (2.2), dapat diperoleh resistivitas sebagai berikut :

$$\rho = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan teknik pengukuran ini, dapat diprediksi distribusi nilai resistivitas material di bawah permukaan dalam arah lateral secara lebih baik dan lebih cepat. Metode ini sangat tepat apabila diterapkan untuk melokalisir target eksplorasi dalam suatu areal yang luas, karena dengan menggunakan metoda ini maka kedalaman, ketebalan sekaligus penyebaran suatu lapisan batuan dapat terdeteksi.

Hasil pengukuran dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas, masih merupakan resistivitas semu. Untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya dari setiap lapisan batuan di bawah permukaan, diperlukan metode pengolahan data. Salah satu metode yang sering digunakan adalah pencocokan kurva (*curve matching*). Teknik pencocokan ini dapat dilakukan baik secara manual, maupun komputerisasi dengan menggunakan *software*. Dari hasil pencocokan ini akan diperoleh nilai resistivitas sebenarnya yang dapat divisualisasikan sebagai perlapisan.

Kronologis kegiatan survey di lapangan dalam penyelidikan ini dapat diuraikan menjadi beberapa tahapan, yaitu tahap akuisisi

data *lateral mapping* (2D), pengolahan data *lateral*, kemudian diakhiri dengan tahap interpretasi. Peralatan yang diperlukan dan prosedur kegiatan untuk masing-masing tahapan, secara rinci akan dijelaskan pada beberapa sub bab berikut ini.

Prosedur kegiatan dalam tahapan ini meliputi aktivitas sebagai berikut :

- Mempersiapkan peralatan. Peralatan utama yang digunakan untuk akuisisi secara *lateral mapping* (2D) yaitu satu *main unit* resistivimeter *multichannel* Super Sting R8 IP, satu buah *switch box*, beserta kabel konektornya, dua buah *accu* beserta kabel konektornya, dan satu buah *laptop* beserta kabel konektornya. Hal-hal yang perlu dilakukan dalam tahap persiapan alat ini antara lain adalah mendesain parameter akuisisi, membuat *command file* terkait dengan jenis konfigurasi pengukuran yang akan digunakan, dan merancang sistem pengelolaan data, termasuk didalamnya cara pemberian nama *file* data ukur.
- Menancapkan elektrode. Elektrode yang digunakan dalam pengukuran adalah 28 buah. Masing-masing elektrode ditancapkan di permukaan tanah pada spasi yang teratur. Perlu diperhatikan bahwa elektrode harus benar-benar menancap agar mempunyai kontak yang bagus, sehingga penetrasi arusnya baik.



Foto 1. Satu set resistivimeter *multichannel* Super Sting R8 IP dan satu buah *laptop*

- Membenteng kabel. Setelah elektrode ditancap, kabel dibentangkan. Kabel ini digunakan sebagai penghantar arus dan potensial yang menghubungkan antar elektrode dengan alat resistivimeter.
- Memasang kabel ke elektrode. Pada setiap kabel terdapat besi yang menempel, digunakan untuk menghubungkan kabel dengan elektrode agar arus atau potensial dapat terhubung pada elektrode.
- Pengukuran data. Setelah semua elektrode terhubung dengan terminal kabel, kabel sudah terhubung *switch*

box, dan *switch box* sudah terhubung ke main unit, maka pengukuran telah siap dilakukan. Langkah pertama sebelum akuisisi data adalah mengecek kontak resistansi masing-masing elektrode. Hal ini harus dilakukan untuk memastikan apakah kabel-kabel sudah tersambungkan, dan elektrode-elektrode sudah menancap dengan bagus. Apabila tidak ada masalah, maka pengukuran dapat segera dilakukan. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali pengukuran tergantung konfigurasi yang digunakan, tetapi pada umumnya berkisar antara 10 s.d 30 menit.

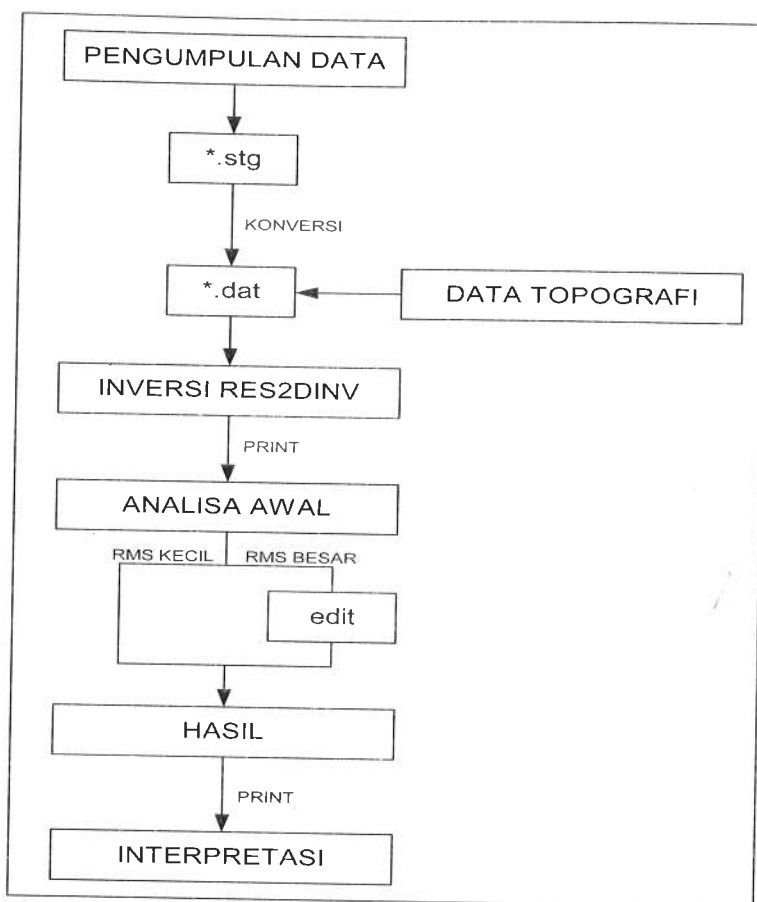


Foto 2. Kegiatan menancapkan elektrode (kiri) dan membenteng kabel (kanan)

- Pengiriman data dan pengecekan data. Apabila pengukuran sudah selesai, maka langkah selanjutnya adalah mentransfer data dari *storage main unit* ke memori *laptop*. Data yang sudah ditransfer ke *laptop* selanjutnya dilihat secara *quick look* untuk memastikan kualitas data yang diperoleh, apakah dapat diolah dan diinterpretasi lebih lanjut.

- Setelah proses pengukuran selesai, dan kualitas datanya bagus, maka pengukuran pada lintasan tersebut dapat diakhiri.

Langkah-langkah pengolahan data *lateral mapping* (2D) dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 6. Urutan langkah pengolahan data mapping

- *.stg merupakan data mentah hasil akusisi alat resistivimeter *multichannel* yang sudah di *transfer*.
- Dengan menggunakan program AGGISAdmin data *.stg di konversi menjadi *.dat, yang kemudian digabungkan dengan data topografi.
- Setelah penggabungan data dengan data topografi, data diproses menggunakan program INVERSE RES2DINV, sehingga di dapatkan penampang resistivitas dan kedalaman.
- Dilakukan pengeditan data secara berulang, untuk menghilangkan gangguan-gangguan yang ada,

sampai menghasilkan data yang bersih/ bagus.

Tahap interpretasi dilakukan dalam rangka menterjemahkan bahasa geofisika yang divisualisasikan oleh penampang resistivitas hasil survey ke dalam bahasa geologi terkait dengan estimasi keberadaan lapisan yang mengandung gas biogenik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran geolistrik secara *lateral mapping* (2D) telah dilakukan di empat lokasi, yaitu di Desa Pasekan, Desa Karangsong, Desa Brondong dan Desa Cangkring. Daftar keseluruhan lintasan survey tersebut dapat dilihat pada **tabel 1**. berikut ini.

Tabel 1. Daftar lintasan survey mapping (2D)

Lokasi	Tanggal	Nama Lintasan	Panjang
Desa Pasekan	8 Okt 2006	PS1T, PS11	945m
	9 Okt 2006	PS2T, PS12	945m
	10 Okt 2006	PS3T, PS13	945m
Desa Karangsong	11 Okt 2006	K1T, K11	945m
	12 Okt 2006	K2T, K12	945m
Desa Brondong	13 Okt 2006	BR1T	945m
	14 Okt 2006	BR2, BR3	945m
	15 Okt 2006	BR4	945m
	16 Okt 2006	BR5, BR6	945m
Desa Cangkring	17 Okt 2006	CR1, CR2	945m
	18 Okt 2006	CR3, CR4	945m

Posisi masing-masing lintasan survey dapat dilihat pada peta yang ditunjukkan pada **gambar 3**.

Penampang resistivitas 2D yang dihasilkan pada masing-masing lintasan survey dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9, dan 10. Penampang tersebut menggambarkan perlapisan batuan berdasarkan nilai resistivitasnya. Sumbu mendatar menunjukkan panjang bentangan dalam satuan meter, sumbu tegaknya menunjukkan kedalaman masing masing lapisan dalam satuan meter, sedangkan warna menggambarkan nilai resistivitas masing-masing lapisan batuan.

Dari hasil penampang resistivitas diduga bahwa litologi daerah penelitian di dominasi oleh lapisan lempung yang diindikasikan oleh nilai resistivitas berkisar 1 – 10 Ohm.m pada semua lintasan. Dari bentuk penampang terlihat beberapa perlapisan batuan (pada gambar

terlihat lapisan dengan warna yang berbeda) hal ini terjadi karena lapisan lempung berasosiasi dengan kadar kandungan air yang berbeda-beda.

Selain lempung, litologi batuan yang terdeteksi oleh pengukuran geolistrik yaitu lapisan lempung pasiran dan lapisan pasir. Lapisan lempung pasiran dengan nilai resistivitas berkisar 11 – 20 Ohm.m dengan kedalaman berkisar 100 – 150 m, lapisan pasir dengan nilai berkisar 21 – 70 Ohm.m dengan kedalaman 80 – 150 m. Dari penampang terlihat beberapa perlapisan (pada gambar terlihat lapisan dengan warna yang berbeda), tetapi sebenarnya tidak sebanyak itu melainkan hanya tiga lapisan yaitu lapisan lempung, lapisan lempung pasiran dan lapisan pasir. Banyaknya lapisan pada penampang terjadi karena lapisan lempung disisipi air dan pasir serta ditambah lapisan pasir sehingga seolah-olah menghasilkan lapisan yang banyak (Tabel2..

Tabel 2. Nilai Resistivitas Batuan Daerah Indramayu

Litologi	Nilai Resistivitas (Ohm.m)
Lempung	1 – 10
Lempung Gas Biogenik	1 – 1,74
Lempung Pasiran	11 – 20
Pasir	21 – 70

Dari hasil pengukuran 2D yang melewati sumur bor penduduk yang diduga mengandung gas di Desa Brondong, diperoleh informasi bahwa keberadaan gas biogenik berasosiasi

dengan nilai resistivitas yang berkisar antara 1 – 1,74 Ohm.m. Zona kontak gas biogenik berada pada lapisan lempung dengan pola yang tidak beraturan dimana gas yang berasosiasi dengan

lapisan lempung tersebut menerobos ke atas permukaan.

Berdasarkan kriteria pendugaan seperti disebutkan di atas, maka dari seluruh lokasi survey pada daerah penelitian ini, kemungkinan hanya di Desa Brondong yang mempunyai prospek gas biogenik. Di Desa Brondong

terdeteksi empat lintasan prospek dari 6 lintasan. Hasil temuan ini mengindikasikan bahwa cadangan gas biogenik hanya terdapat di bagian timur daerah penyelidikan, semakin ke barat keberadaannya semakin menghilang. Daftar lokasi prospek gas biogenik ditunjukkan pada **tabel 3**.

Tabel 3. Daftar lokasi prospek gas biogenik

No	Nama Prospek	Daerah Survey	Lintasan (Posisi Elektroda)
1	Prospek 1	Desa Brondong	BR2 (5-6,10-12, 14-15, 23-24)
2	Prospek 2	Desa Brondong	BR3 (7-8, 14-15, 18-19)
3	Prospek 3	Desa Brondong	BR4 (8-9)
4	Prospek 4	Desa Brondong	BR5 (14-15)

KESIMPULAN

1. Dari hasil pengukuran geolistrik resistivitas di Desa Pasekan, Desa Karangsong, Desa Brondong dan Desa Cangkring, maka diprediksi litologi batuananya terdiri dari 3 lapisan, yaitu :
 - Lapisan lempung dengan nilai resistivitas : 1 – 10 Ohmm
 - Lapisan Lempung Pasiran dengan nilai resistivitas : 11 – 20 Ohmm
 - Lapisan pasir dengan nilai resistivitas : 21 – 70 Ohmm
2. Dari hasil pengukuran geolistrik resistivitas yang melintasi titik bor penduduk yang diduga mengandung gas biogenik, kemungkinan keberadaan gas biogenik diindikasikan oleh pola yang tidak beraturan (semacam lense) menerobos ke permukaan. Anomali seperti ini kemungkinan berasosiasi dengan lapisan

lempung yang mengandung gas biogenik. Nilai resistivitasnya berkisar antara 1 – 1,74 Ohm.m.

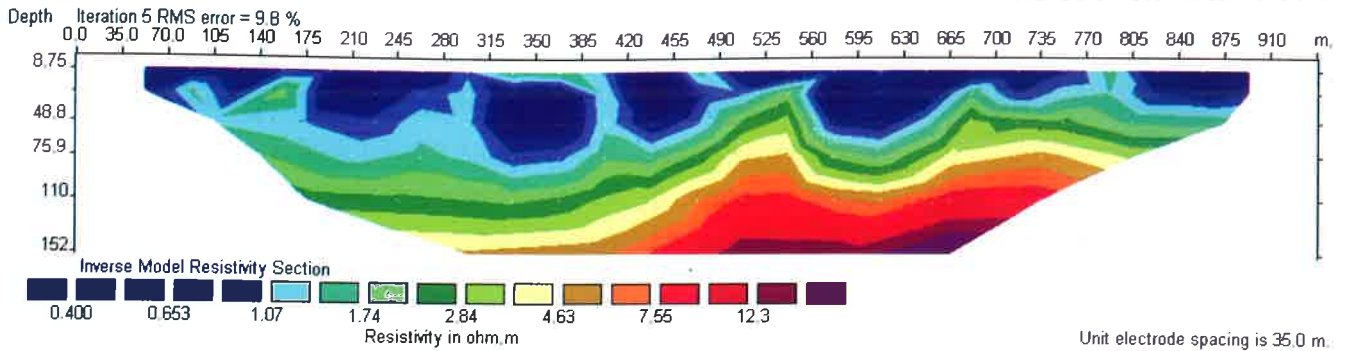
3. Dari 4 lokasi pengukuran hanya Desa Brondong yang mempunyai prospek gas biogenik, yaitu pada lintasan : BR2S, BR3S, BR4S dan BR5S.

Ucapan terima kasih

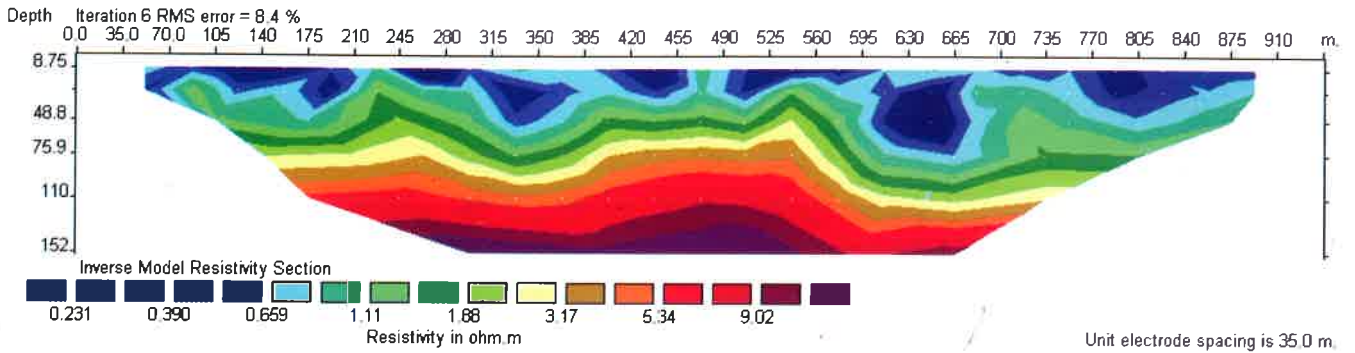
Dengan tersusunnya makalah ini hingga layak untuk diterbitkan, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, atas kepercayaannya kepada penulis untuk memimpin penelitian keberadaan gas biogenik di Delta Cimanuk, Kabupaten Indramayu, Propinsi Jawa Barat.

ACUAN

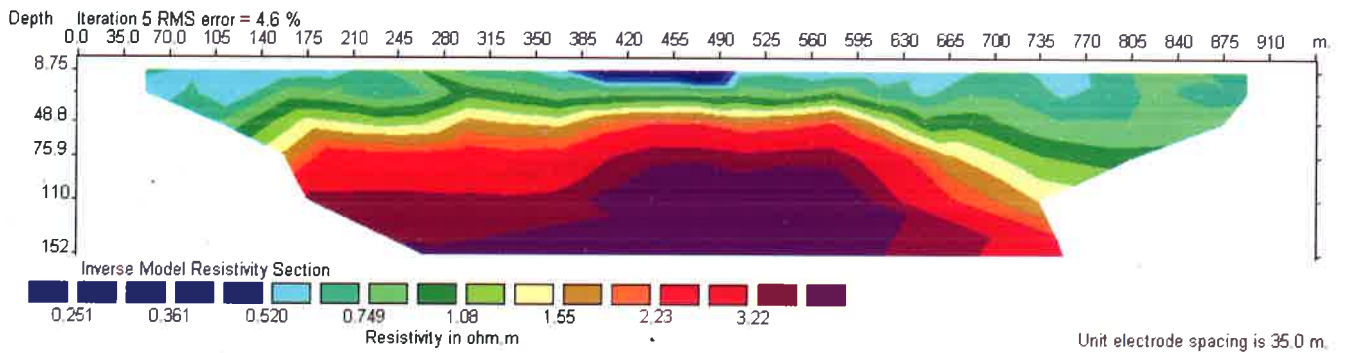
- Astawa, I N., drr., 2006. *Laporan Hasil Penelitian Potensi Gas Dangkal/Biogenik, di Perairan Indramayu, Jawa Barat*, tidak dipublikasikan.
- Astawa, I Nyoman dkk. 2007. Indikasi Keberadaan Gas Biogenik di Delta Sungai Cimanuk Berdasarkan Data Seismik dan Bor, Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Kelautan*, Volume 5, No. 2, Agustus 2007, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan*.
- Darlan Y., U. Kamiludin, I Nyoman Astawa, Nur Adi Kristanto, Kresna Tri Dewi, Duddy Arifin Setiabudi Ranawijaya dan Kumala Hardjawidjaksana, (2002)., *Kajian Penanggulangan Prooses erosi Pantai Tirtamaya dan Sekitarnya, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat*. Laporan intern Instansi.
- D. Sudana dan A. Achdan, 1992. *Peta Geologi Lembar Indramayu, Jawa Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Febriana, Indra. 2007. *Analisis Potensi Gas Biogenik Dengan Metode Seismik Pantul Dangkal di Muara Kakap Kalimantan Barat*. UPI: Skripsi tidak diterbitkan.
- Hendrajaya, Lilik., Idam Arif. 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung: ITB.
- Hydari, Amru. 1981. *Geofisika Eksplorasi Terbatas (Metode Geolistrik hal 23-35)*. Bandung: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Lutan, Asril. 1981. *Geofisika Eksplorasi Terbatas (Metode Pengukuran Tahanan Jenis Bawah Permukaan Tanah hal 36-42)*. Bandung: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



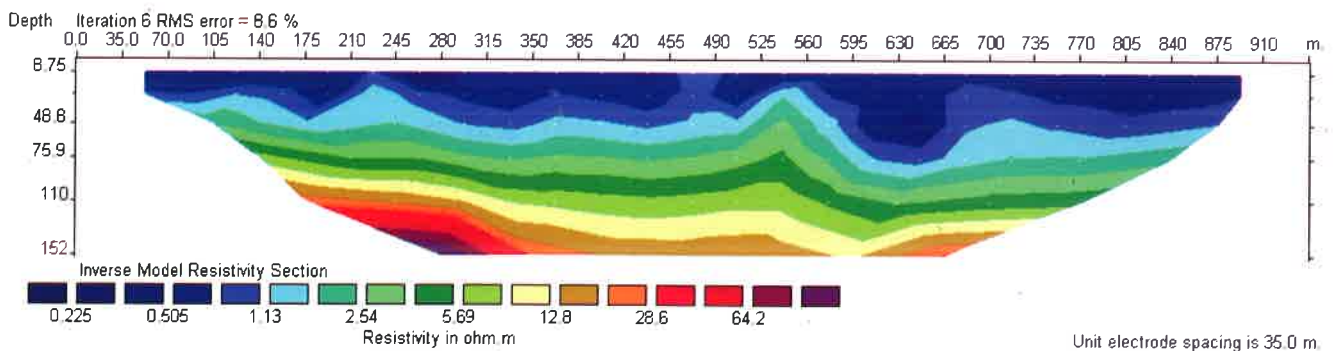
Gambar 7. Penampang Lintasan BR2S.



Gambar 8. Penampang Lintasan BR3S.



Gambar 9. Penampang Lintasan BR4S.



Gambar 10. Penampang Lintasan BR5S.

Sand

(pasir) Istilah yang dipakai dalam sedimentologi untuk fragmen batuan atau partikel detritus yang berukuran lebih kecil dari granule dan lebih besar dari butiran lanau kasar, dengan diameter antara 1/16 sampai 2 mm, atau 4 sampai -1 phi.

Sandstone

(batupasir) Batuan sedimen klastik yang disusun oleh fragmen-fragmen batuan atau partikel-partikel detritus yang berbentuk menyudut sampai membundar yang berukuran pasir (1/16 – 2 mm) dan mempunyai matrik yang berukuran butir lebih halus (lanau atau lempung) serta dapat disatukan oleh material semen (seperti silika, oksida besi, atau karbonat).

Sanidine

Mineral bertemperatur tinggi dari kelompok alkali feldspar: $KAISi_3O_8$, berbentuk kristal monoklin, terbentuk sebagai kristal yang jernih, seperti kaca, seringkali berbentuk tabular dan menempel di dalam batuan vulkanik asam yang belum terubah seperti trachyte; stabil di bawah kondisi ekuilibrium pada suhu diatas 500°C.

Sapphire

Batumulia bernilai tinggi, berwarna biru transparan sebagai variasi dari kristal

korundum, mengandung sedikit oksida cobalt, chromium dan titanium. Banyak ditemukan di Kashmir, Burma, Thailand, dan Ceylon. Dapat juga mempunyai variasi warna yang lain seperti merah muda, ungu, kuning, hijau, dan oranye.

Sapropel

Ooze yang belum terkonsolidasi, seperti jelly yang disusun oleh sisa-sisa tumbuhan, terutama algae, membusuk pada lingkungan anaerob di dasar danau atau laut dangkal. Merupakan sumber untuk minyak dan gas alam.

Tailings

Porsi sisa dari bijih mineral yang sudah diolah (dicuci atau digiling) yang dianggap tidak ekonomis untuk diolah selanjutnya, biasanya dibuang.

Talc

Mineral monoklin berwarna hijau terang atau abu-abu yang sangat lembut; $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$. Mempunyai karakteristik terasa seperti sabun atau berminyak. Mempunyai skala kekerasan 1 (Skala Mohs), sangat mudah dipotong dengan pisau. Talc merupakan mineral sekunder hasil dari alterasi (hidrasi) magnesium silikat nonalumina (seperti olivin, enstatit, dan tremolit) dalam batuan beku, atau hasil metamorfisma batuan dolomit. Pada

umumnya terdapat dalam bentuk foliasi, granular atau fibrous (seperti serabut atau menjarum). Digunakan sebagai bahan filter, pelapis pada keramik, karet, plastik, pelumas dan bedak bubuk.

Talus

Kumpulan/tumpukan fragmen batuan dengan berbagai ukuran dan bentuk (biasanya berukuran kasar dan menyudut) yang terdapat di dasar karang atau jurang dari suatu tempat yang mempunyai kemiringan yang curam. Terbentuk karena gaya gravitasi sebagai jatuhan atau longsoran.

Tar

Cairan organik berwarna coklat sampai hitam, tebal, tidak mengandung air, dihasilkan dari proses pepadatan produk-produk hasil penghancuran dan penyulingan batubara, kayu, minyak, dan lain sebagainya. Mempunyai komposisi yang bervariasi, tergantung dari suhu dan material penyusunnya.

Tektonik

Cabang dari ilmu geologi yang menyangkut arsitektur bagian luar bumi, yaitu perakitan/pembentukan struktur atau fitur-fitur deformasional, mempelajari bagaimana hubungan satu sama lain, pembentukan, dan sejarah evolusinya. Berhubungan erat dengan geologi struktur, dimana perbedaan

antara keduanya sangat samar, tetapi tektonik biasanya mempelajari fitur-fitur yang lebih besar.

Tectono-stratigraphic Unit

Gabungan dari unit litostratigrafi yang dihasilkan oleh deformasi tektonik. Contoh : melange.

Tephra

Istilah umum untuk semua piroklastik dari suatu gunungapi.

Ultrabasa

Istilah dalam batuan beku untuk batuan yang mempunyai lebih sedikit kandungan silika, dengan kisaran persentase yang bervariasi menurut beberapa petrologist, dengan batas paling tinggi 44%. Istilah ini sering disamakan dengan ultramafic. Meskipun kebanyakan batuan ultrabasa juga ultramafic, tetapi terdapat beberapa perbedaan, seperti batuan monomineral yang disusun oleh piroksen adalah ultramafic tetapi bukan ultrabasa karena kandungan SiO₂nya tinggi.

Unconformity (ketidakselarasan)

- a. Waktu → Suatu ketidakselarasan terbentuk jika pada suatu perioda waktu tidak ada sedimen yang diendapkan. Konsep ini menyebandingkan pengendapan dengan waktu, dan ketidakselarasan mewakili waktu yang tidak terekam oleh pengendapan.
- b. Pengendapan → Setiap gangguan pada pengendapan, baik besar maupun kecil, merupakan suatu ketidakselarasan.
- c. Struktur → Ketidakselarasan merupakan suatu struktur planar yang memisahkan batuan yang lebih tua dengan batuan yang lebih muda di atasnya, mewakili gap yang dijelaskan pada (a) dan (b).

Unconformity Trap

Cebakan untuk minyak atau gas yang berasosiasi dengan ketidakselarasan.

Unconsolidated Material

- (a) Sedimen yang masih lepas-lepas, belum terkonsolidasi, partikel-partikelnya belum tersemenkan, sedimen seperti ini terdapat di permukaan atau pada kedalaman yang masih dangkal.
- (b) Material tanah dalam bentuk agregat yang masih lepas-lepas.

Underground Stream

Air yang mengalir (sungai) di bawah permukaan tanah, biasa terdapat pada daerah yang mempunyai banyak rekahan, dan pada batugamping.

-Penny-

Sumber : - Glossary of Geology, American Geology Institute, 1980

Friedrich Mohs



Friedrich Mohs, 1832

Friederich Mohs lahir di Jerman pada tanggal 29 Januari 1773. Beliau mempelajari ilmu kimia, matematika, dan fisika di University of Halle. Selain itu beliau juga ,menuntut ilmu di Akademi Pertambangan di Freiberg, Saxony. Mohs menjadi profesor dari Freiberg, Saxony pada tahun 1826, dan menjadi profesor dari Vienna pada tahun 1812.





Setelah mendapat pekerjaan di bidang pertambangan pada tahun 1801, Mohs pindah ke Austria pada tahun 1802 karena mendapat tugas untuk mengidentifikasi mineral-mineral yang merupakan koleksi pribadi dari seorang bangkir.

Sebagai bagian dari tugasnya itu, Mohs mulai mengklasifikasikan mineral berdasarkan karakteristik fisiknya, hal ini berbeda dengan yang telah banyak dilakukan orang sebelumnya, yaitu pengklasifikasian berdasarkan karakteristik kimianya.

Dari pekerjaannya itu Mohs menghasilkan pengklasifikasian mineral berdasarkan skala kekerasannya yang dikenal sampai sekarang dengan sebutan Skala Kekerasan Mineral Mohs atau Skala Mohs.

Skala Mohs dibuat berdasarkan sifat ketahanan berbagai macam mineral akan goresan, yaitu dengan mengukur kemampuan mineral yang lebih keras untuk menggores mineral yang lebih lunak. Sebagai contoh, jika suatu mineral dapat digores oleh apatit, tapi tidak dapat digores oleh fluorite, maka kekerasannya dalam Skala Mohs adalah antara 4 dan 5. Mohs membagi skala berdasarkan sepuluh mineral, dimana telah diketahui bahwa mineral yang mempunyai tingkat kekerasan paling tinggi adalah intan. Berikut Tabel Skala Mohs selengkapnya, juga dibandingkan dengan kekerasan absolut yang diukur oleh Sclerometer:

TOKOH

Kekerasan	Mineral	Kekerasan Absolut	Gambar
1	<u>Talc</u> ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)	1	
2	<u>Gypsum</u> ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	2	
3	<u>Calcite</u> ($CaCO_3$)	9	
4	<u>Fluorite</u> (CaF_2)	21	
5	<u>Apatite</u> ($Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$)	48	
6	<u>Orthoclase</u> ($KAlSi_3O_8$)	72	
7	<u>Quartz</u> (SiO_2)	100	
8	<u>Topaz</u> ($Al_2SiO_4(OH, F)_2$)	200	
9	<u>Corundum</u> (Al_2O_3)	400	
10	<u>Intan</u> (C)	1500	

Tabel berikut ini memperlihatkan beberapa mineral lain yang mempunyai nilai kekerasan diantara nilai pada Skala Mohs :

Kekerasan	Substansi atau Mineral
1	Talk
2	Gypsum
2,5 - 3	Emas, Perak, Alumunium murni
3	Kalsit, Uang Tembaga
4	Fluorit
4 - 4,5	Platina
4 - 5	Besi
5	Apatit
6	Ortoklas
6	Titanium
6,5	Besi-pirit
6 - 7	Gelas
7	Kuarsa
7 - 7,5	Garnet
7 - 8	Baja
8	Topas
8,5	Chrysoberyl
9	Korundum
9 - 9,5	Karborundum
10	Intan

Mohs meninggal dunia dalam perjalanan menuju Itali di Kota Argodo pada tanggal 23 September 1829.

Penny, diterjemahkan dari Wikipedia

GALERI PHOTO



Foto 1. Genangan air yang menjadi kolam, pada tambang batubara di Muara Bungo, Jambi.



Foto 2. Batubara yang siap diangkut, sebelah kiri tampak genangan air hujan yang sewaktu-waktu bisa memenuhi area tambang.



Foto 3. Penambangan emas yang dilakukan oleh rakyat, dengan membuat terowongan seperti tampak pada gambar, terdapat 3 terowongan, di daerah Toblong, Garut selatan



Foto 4. Tampak terowongan paling bawah dari 3 terowongan seperti foto diatas, penggalian emas dilakukan di dalam terowongan, di daerah Toblong, Garut selatan

GALERI PHOTO



Foto 5. Penggalian emas melalui terowongan yang dibuat masyarakat tepat di belakang air terjun (tanda panah), di daerah Toblong, Garut selatan



Foto 6. Tampak terowongan yang dibuat masyarakat untuk penggalian emas yang berada tepat di belakang air terjun seperti foto di atas.



Foto 7. Boulder Mn di aliran sungai, pada daerah bukit Wae Pesi, Manggarai, NTT



Foto 8. Tampak penggalian batu gamping (tanda panah), untuk pembangunan jalan jembatan, di daerah Kelok Sembilan, Sumatera Barat



Foto 9. Tampak jalan kelok sembilan, sumatera barat

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 Institusi Pusat Sumber Daya Geologi. Naskah yang diajukan belum pernah dipublikasikan atau tidak sedang diajukan pada wadah publikasi lain.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris sesuai kaidah masing-masing bahasa yang digunakan. Judul naskah ditulis dengan huruf capital di tengah atas halaman dan disetak 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 pada electronic file dan dicetak dalam kertas HVS; 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 :

Judul (Title). 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, facsimile serta e-mail.

Sari dan Abstract. Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dari setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Sari dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara Abstract tercantum di bawah Sari; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/keyword yang ditulis di bawah Sari/Abstract, terdiri dari 4 (empat) hingga 6 (enam) kata. Abstract atau sari yang ditulis di bawah sari atau abstract menggunakan italic font.

Pendahuluan (Introduction). Bab ini dapat berisi latar belakang, maksud dan tujuan penyelidikan/penelitian, permasalahan, metodologi, lokasi dan kesampaian daerah serta materi yang diselidiki/diteliti 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.

Hasil dan Analisis (Results and Analysis). 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.

Pembahasan atau Diskusi (Discussion). Berisi tentang interpretasi terhadap hasil penyelidikan/penelitian dan pembahasan yang terkait dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan.

Kesimpulan dan Saran (Conclusions and Recommendation). Berisi kesimpulan dan saran dari isi yang dikandung dalam makalah/karya tulis.

PEDOMAN PENULISAN

Ucapan Terima Kasih (Acknowledgements). 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.

A c u a n (References). Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun (Harvard), nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (surename), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis ditulis dengan huruf miring (italic font).

Beberapa contoh penulisan sumber acuan :

Jurnal

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

Buku

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

Bab dalam Buku

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

Prosiding

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

Skripsi/Tesis/Disertasi

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

Informasi dari Internet

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

WEWENANG REDAKSI

- Redaksi berwenang penuh melakukan penyuntingan atas naskah yang akan dipublikasikan tanpa merubah dan mengurangi 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 Penyediaan Informasi Publik
Gedung Pusat Sumber Daya Geologi

Ingat

Pertambangan yang berwawasan dan ramah lingkungan

