

ISSN 1979-7508

buletin

SUMBER DAYA GEOLOGI

Volume 7 No. 1, Mei 2012



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Badan Geologi

Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin
Sumber Daya Geologi

Vol. 7

No. 1

Halaman
1 - 43

Bandung
Mei 2012

Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah
kutipan keputusan kepala
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
No. 395/D/2012 Tanggal 24 April 2012

PENGANTAR REDAKSI

Sejak terbit perdana tahun 2006, Buletin Sumber Daya Geologi, dalam pengelolaannya telah mengalami sejuta suka duka. Kesulitan yang beragam muncul terutama dalam setiap kali penerbitan. Namun kita semua bangga Buletin kita ini masih bisa mempertahankan kontinuitas untuk terbit tiga kali dalam satu tahun. Kerja keras para dewan redaksi, editor dan kesekretariatan serta sumbangsih para pemakalah tidak sia-sia. Hal ini terbukti bahwa setelah selama dua tahun berpredikat terakreditasi kategori B (2010-2012), pada tahun ini, Buletin kita dapat mempertahankan tetap menjadi Buletin terakreditasi untuk periode tiga tahun kedepan (2012-2015) berdasarkan Keputusan Kepala LIPI No. 395/D/2012 dengan no Sertifikat 424/AU/P2MI-LIPI/04/2012. Perpanjangan akreditasi ini menjadi tantangan bagi kita untuk bekerja lebih keras agar Buletin ini tetap eksis menjadi sarana pemyarakatan potensi sumber daya geologi Indonesia.

Dalam nomor perdana tahun 2012 ini redaksi tetap konsisten menghadirkan topik yang menarik dan baru. Salah satunya adalah makalah yang mengulas kemungkinan prospek endapan emas di batuan ultrabasa di kompleks ofiolit, seperti kita ketahui bahwa selama ini di Indonesia belum pernah dilakukan eksplorasi rinci untuk mencari endapan emas di kompleks batuan ini. Di nomor ini tersaji pula ulasan tentang keterdapatan batubara kokas di formasi batuan berumur Tersier di Papua. Selain tulisan mengenai potensi panas bumi di Gunung Candi Umbul-Telomoyo, pembaca dapat menikmati tulisan mengenai pentingnya mineral bauksit sebagai komoditas strategis untuk mendukung pusat pertumbuhan ekonomi dalam koridor MP3EI.

Eksistensi Buletin ini tidak pernah terlepas dari kerjasama harmonis dan terus menerus dari para editor dan mitra bestari, serta pemakalah yang bersama-sama tim redaksi untuk menjaga kontinuitas dan kualitas di setiap terbitan. Untuk itu terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada mereka. Sebagai anggota dari institusi ilmiah, tak bosan-bosannya kita semua saling mengingatkan untuk menjauh dari plagiarisme sebagai langkah mempertahankan kehormatan diri selaku ilmuwan sumber daya geologi.

Selamat menikmati dan salam hangat selalu dari kami.
Dewan Redaksi

Penasihat

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

Penanggungjawab

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

Redaktur

Ir. Rina Wahyuningsih
Ir. Denni Widhiyatna
Dra. Ella Dewi Laraswati
Ir. Herry Rodiana Eddy, MT
Ir. Teuku Ishlah

Editor

Dr. Ir. Bambang Tjahyono, M.Sc
Ir. Bambang Pardiarto
Ir. Kusdarto
Ir. Deddy Amarullah
Ir. Raharjo Hutamadi
Ir. Kasbani, M.Sc
Dr. Sjafra Dwipa
Dr. Ir. Rukmana N. Adhi, M.Sc
Dr. Ir. Dicky Muslim, M.Sc

Desain Grafis dan Fotografer

Candra
Dani Swastika, ST

Sekretariat

Wiwi Resmiasih, SH
Sulastri, BA
Sukarsah, S.Sos
Retno Rahmawati L, S.Si
Lili
Sarkoni

Mitra Bestari Edisi ini

Dr. Ir. Bambang Tjahjono S., M.Sc
Dr. Ir. Rukmana N. Adhi

SISTEM PANAS BUMI DAERAH CANDI UMBUL-TELOMOYO BERDASARKAN KAJIAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA

Oleh:

Dudi Hermawan, Sri Widodo, Eddy Mulyadi

Pusat Sumber Daya Geologi
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung

SARI

Sistem panas bumi daerah Candi Umbul-Telomoyo, Jawa Tengah merupakan salah satu lapangan panas bumi di Indonesia yang terbentuk pada lingkungan magma basaltik. Fluida panas satu fasa bertemperatur tinggi terbentuk pada zona resevoir yang memiliki permeabilitas tinggi sebagai fasa cair. Fluida ini dapat tersimpan dengan baik di reservoir dikarenakan ditutupi lapisan penudung berupa batuan ubahan yang bersifat kedap air. Zona *upflow* dari sistem panas bumi Telomoyo terbentuk di dalam kaldera kompleks Telomoyo, sedangkan zona *outflow* terbentuk di daerah sekitar manifestasi Candi Dukuh, Candi Umbul dan Pakis Dadu. Karakteristik sistem panas bumi daerah Candi Umbul-Telomoyo menunjukkan bahwa daerah ini potensial untuk dikembangkan.

Kata kunci : sistem panas bumi, sumber panas, reservoir, batuan penudung, fluida panas.

ABSTRACT

Candi Umbul-Telomoyo geothermal system is one of the Indonesia geothermal field that formed in basaltic magma environment. Single phase high temperature thermal fluids formed in the resevoir zone that has a high permeability as liquid phase. This fluid can be stored in the reservoir due to the covering of alteration as cap rocks. Upflow zones of Telomoyo geothermal system formed within the caldera of Telomoyo complex, while its outflow zone formed at around of the manifestations of Candi Dukuh, Candi Umbul, and Pakis Dadu. Characteristics of the Candi Umbul-Telomoyo geothermal system indicate that this area is potentially developed.

Keywords : geothermal system, heat sources, reservoir, cap rock, hot fluids.

PENDAHULUAN

Keberadaan sistem panas bumi pada umumnya berkaitan dengan magmatisme yang terbentuk di suatu daerah. Posisi geografis Indonesia yang terletak pada jalur gunung api (*ring of fire*) merupakan wilayah yang memiliki suatu potensi panas bumi.

Sistem panas bumi adalah energi yang tersimpan dalam bentuk air panas atau uap pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi (Rybach, 1981). Sistem panas bumi ini merupakan gabungan dari beberapa unsur, yaitu : sumber panas (*heat sources*), reservoir, batuan penudung (*cap rock*), dan fluida panas.

Sistem panasbumi terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari sumber panas di sekelilingnya yang terjadi secara konduksi

dan secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara air dengan suatu sumber panas.

Kontak antara air meteorik dengan panas di kedalaman membentuk fluida panas di reservoir. Reservoir merupakan batuan yang memiliki permeabilitas tinggi sehingga bisa menjadi tempat terakumulasinya fluida. Fluida panas ini tidak keluar atau bocor ke permukaan dikarenakan ditutupi oleh batuan penudung yang merupakan batuan yang kedap air (*impermeable*). Adanya struktur geologi berupa patahan yang memotong reservoir, menyebabkan fluida panas ini dapat keluar ke permukaan berupa manifestasi panas

bumi (misalnya air panas).

Suatu lapangan panas bumi mempunyai karakteristik sistem panas bumi dengan ciri khas tersendiri. Daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo merupakan salah satu lapangan panas bumi di Indonesia yang terbentuk pada suatu kompleks gunungapi Kuartar yaitu kompleks Telomoyo. Penelitian panas bumi lebih detail di daerah ini sangat diperlukan untuk mengetahui pembentukan sistem panas bumi, daerah prospek dan potensi energi panas bumi.

Penelitian panas bumi di daerah ini telah dilakukan oleh Pertamina dari tahun 1988-1993 berupa pengumpulan data geologi, geokimia, dan geofisika hingga pengeboran landaian suhu. Sedangkan pada tahun 2010, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi juga telah melakukan Survei Terpadu Geologi dan Geokimia serta Survei Magnetotellurik di daerah ini. Hasil dari penelitian sebelumnya ini menunjukkan bahwa daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo ini memiliki karakteristik geosains yang sangat menarik. Namun hasil penelitian sebelumnya ini belum membahas lebih detail mengenai unsur pembentukan sistem panas-bumi, sehingga pada makalah ini akan dibahas berdasarkan data geosains daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo yang meliputi data geologi dan geokimia. Tujuannya adalah untuk lebih memahami lagi tentang karakteristik dan proses pembentukan sistem panas bumi daerah ini sehingga diharapkan dapat dijadikan salah satu acuan dalam proses pengembangan selanjutnya.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam makalah ini terdiri dari studi literatur dan kajian data sekunder berupa analisis data geologi dan data geokimia.

Dalam studi literatur dikaji teori-teori dasar dari pembentukan sistem panas bumi untuk mempelajari/mengumpulkan data yang relevan sebagai pembandingan penulisan makalah ini. Studi literatur menghasilkan kerangka berpikir dan efisiensi pembahasan yang lebih terarah.

Analisis data geologi adalah mengkaji data geologi yang ada seperti stratigrafi, pola struktur geologi, batuan ubahan, dengan tujuan untuk mengetahui dan memahami tatanan geologi yang membentuk daerah

kajian.

Analisis data geokimia berupa kajian tentang karakteristik fluida panas bumi yang diperoleh dari jenis manifestasi dan konsentrasi senyawa kimia terlarut yang terabsorpsi dalam fluida.

Dari analisis-analisis tersebut, maka dikompilasikan dalam suatu model tentatif sistem panas bumi yang bisa menggambarkan proses pembentukan sistem panas bumi di daerah Candi Umbul-Telomoyo.

Makalah ini bersumber dari laporan Pertamina (1988-1993) berupa pengumpulan data geologi, geokimia, dan geofisika hingga pengeboran landaian suhu serta hasil survei terpadu panas bumi, PSDG, 2010 dan makalah "Delineasi Daerah Prospek Panas Bumi Berdasarkan Analisis Kelurusan Citra Landsat di Candi Umbul-Telomoyo", Provinsi Jawa Tengah (Dudi Hermawan, Yuanno Rezky, 2011), dengan melakukan pendekatan geosains dari teori kepanasbumian yang telah ada.

GEOLOGI DAN GEOKIMIA

Daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo terletak pada zona Pegunungan Serayu Utara, dengan batuan tertua adalah batuan sedimen berumur Miosen Tengah dengan mekanisme pengendapan turbidit dalam lingkungan neritik. Pada Kala Pliosen Atas terjadi proses pengangkatan yang diikuti oleh erupsi efusif Ungaran Tua pada Kala Plistosen Awal yang menghasilkan satuan lava Ungaran-1. Selain itu di sebelah tenggara Ungaran terjadi aktivitas vulkanik Telomoyo-1 yang menghasilkan endapan lava dan piroklastik. Letusan besar Telomoyo-1 menyebabkan terjadinya runtuh (*collapse*) dan menghasilkan struktur kaldera yang diikuti oleh munculnya kembali aktivitas vulkanik post-kaldera Telomoyo-2 yang menghasilkan endapan lava dan piroklastik. Aktivitas vulkanik terus berlanjut hingga membentuk kerucut Telomoyo sekarang yang berkomposisi andesit-basaltik dan kerucut Andong. Fase akhir aktivitas vulkanik Telomoyo dicerminkan oleh pembentukan kerucut skoria (*scoria cone*). Saat itu di sebelah utara (Gunung Ungaran) dan sebelah selatan (Gunung Merbabu) juga terjadi aktivitas vulkanik yang menghasilkan endapan lava dan piroklastik. Endapan lahar dan aluvium

terbentuk di sepanjang pedataran dan sungai-sungai besar (Gambar 1). Struktur geologi yang berkembang terdiri dari struktur kaldera dan sesar-sesar normal berarah baratdaya-timurlaut yang terbentuk akibat aktivitas Gunung Telomoyo, serta sesar-sesar mendatar berarah relatif utara-selatan dan baratlaut-tenggara yang merupakan struktur regional dan sebagian sudah ditutupi oleh produk batuan yang lebih muda (PSDG, 2010).

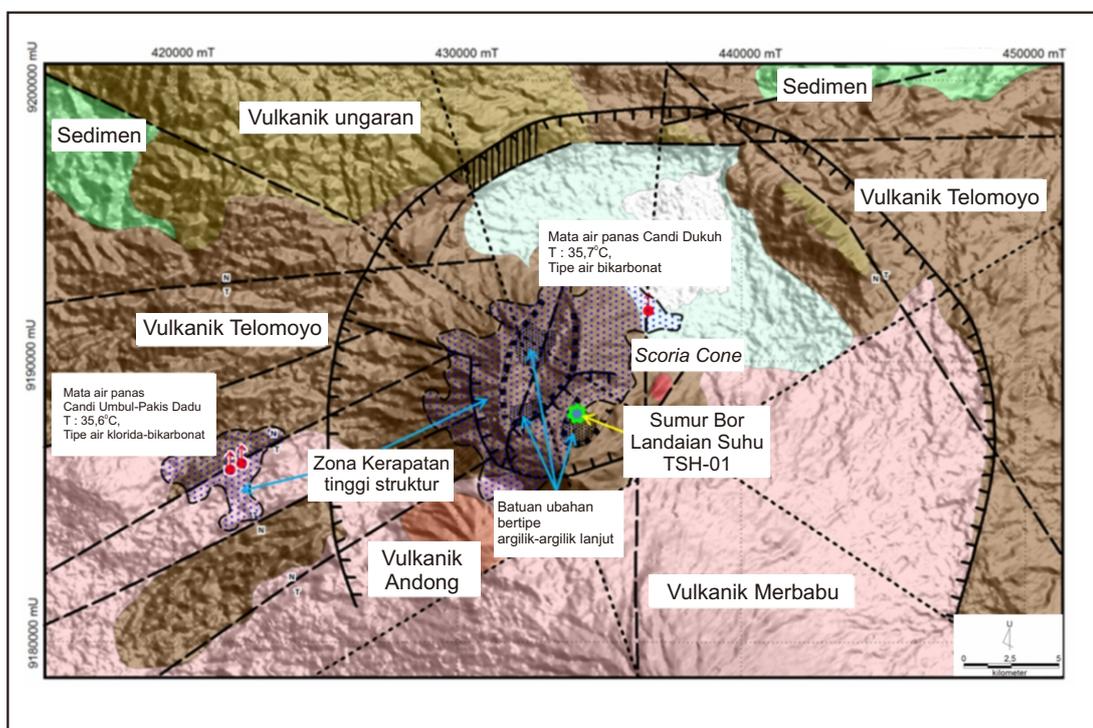
Daerah yang diperkirakan memiliki kerapatan tinggi struktur geologi dan diperkirakan mempunyai zona permeabilitas yang tinggi terletak di bagian utara kerucut muda Telomoyo yaitu dari lereng baratlaut kerucut muda Telomoyo memanjang ke utara-timurlaut sampai daerah Keningar dan Candi Dukuh (Dudi Hermawan dan Yuanno Rezky, 2011).

Manifestasi panas bumi di daerah Candi Umbul-Telomoyo terdiri dari mata air panas yang tersebar di tiga lokasi yaitu mata air panas Candi Dukuh dengan temperatur berkisar antara 35-36°C, serta mata air panas Candi Umbul dan Pakis Dadu dengan temperatur berkisar antara 35-36°C.

Selain manifestasi berupa mata air panas, di daerah ini ditemukan juga batuan ubahan yang tersebar cukup luas di tiga lokasi yaitu di daerah Sepakung, Keningar dan Kendal Duwur. Batuan ubahan ini terdiri dari kelompok alunit-kaolinit dan mineral lempung monmorilonit serta haloisit sehingga dapat dikelompokkan ke dalam tipe ubahan argilik-argilik lanjut.

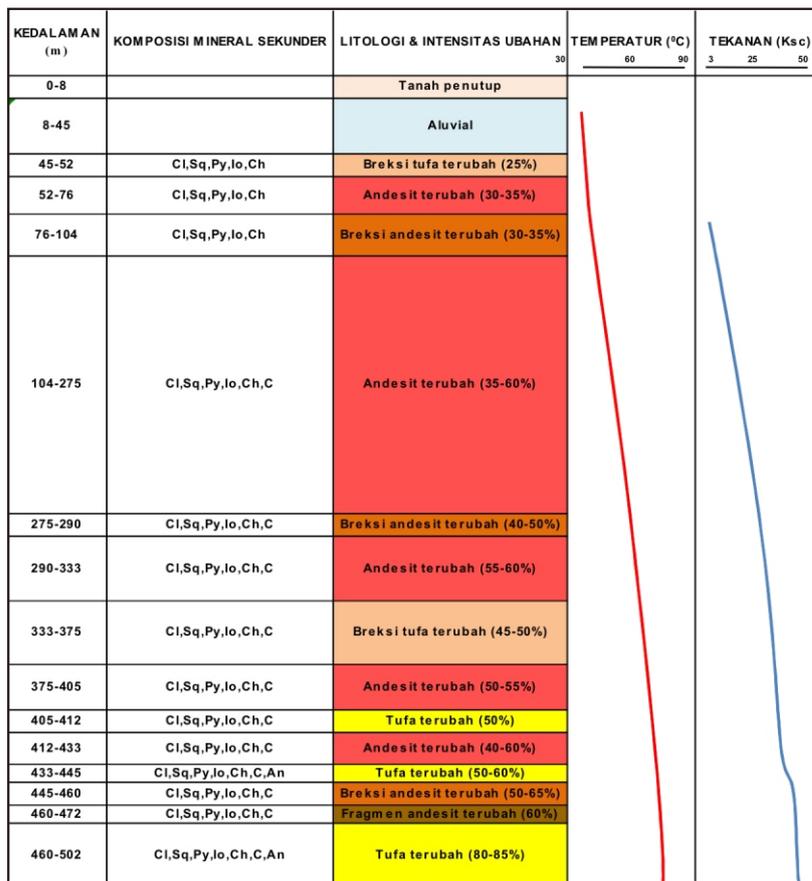
Fluida panas merupakan air tipe klorida-bikarbonat pada zona *immature water* yang memberikan gambaran bahwa kondisi air panas kemungkinan berasal langsung dari kedalaman, tetapi selama dalam pencapaian ke permukaan kemungkinan telah mengalami kontaminasi atau pengenceran oleh air permukaan yang cukup dominan.

Berdasarkan data pengeboran landaian suhu yang dilakukan Pertamina, dapat diketahui bahwa batuan penyusun sumur tersebut sampai kedalaman 502 m terdiri dari breksi tufa, breksi andesit, andesit dan tufa yang telah mengalami ubahan hidrotermal dengan intensitas ubahan 30-65% jenis argilitisasi sampai silisifikasi (Tabel 1). Nilai landaian suhu pada pemboran di lokasi ini sekitar 10°C/100 m.



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Panas Bumi Candi Umbul-Telomoyo (Modifikasi dari Peta Geologi Tim Survei Terpadu Panas Bumi, PSDG, 2010)

Tabel 1.
Komposit log hasil pemboran landaian suhu sumur TSH-01 (Pertamina, 1993)



PEMBAHASAN

Sumber panas yang membentuk sistem panas bumi Candi Umbul Telomoyo adalah sisa panas dari magma pada lingkungan magma basaltik yang berasosiasi dengan aktivitas vulkanik termuda kompleks Telomoyo. Magma basaltik memiliki viskositas yang rendah, sehingga sifat fisiknya relatif lebih encer dibandingkan dengan magma silisik, akan tetapi densitasnya lebih tinggi, yang diakibatkan tingginya konsentrasi mineral mafik (besi dan magnesium). Karena sifatnya yang lebih cair, magma ini cenderung mampu bergerak sampai ke permukaan melalui rekahan-rekahan membentuk kerucut muda Telomoyo. Sedangkan magma yang tidak berhasil menembus sampai permukaan terperangkap di kedalaman yang dangkal membentuk kantong-kantong magma. Akibat kontak dengan batuan sekitar, kantong magma kehilangan panas secara konduktif dan panas yang dilepas berinteraksi dengan air meteorik membentuk

sistem panas bumi.

Fluida panas bumi di daerah ini berasal dari air permukaan/meteorik yang masuk ke bawah permukaan membentuk sistem kantong fluida/reservoir melalui rekahan maupun ruang antar butiran. Interpolasi data pengukuran landaian suhu menunjukkan bahwa temperatur reservoir pada kedalaman 2.000 m sekitar 230°C yang termasuk ke dalam kategori entalpi tinggi.

Reservoir daerah ini merupakan zona yang tersusun oleh batuan yang memiliki sifat sarang. Permeabilitas dihasilkan oleh karakteristik stratigrafi (misal porositas intergranular pada lapilli, atau lapisan bongkah-bongkah lava) dan unsur struktur (misalnya sesar, kekar, dan rekahan). Geometri reservoir hidrotermal di daerah vulkanik merupakan hasil interaksi yang kompleks dari proses vulkano-tektonik aktif antara lain stratigrafi yang lebih tua dan struktur geologi. Reservoir yang membentuk sistem panas bumi daerah Candi Umbul-Telomoyo terletak pada lingkungan batuan

vulkanik dan sedimen yang memiliki permeabilitas tinggi. Pada umumnya batuan vulkanik dan sedimen memiliki permeabilitas primer yang kecil. Akan tetapi tingginya intensitas struktur geologi yang berkembang mengakibatkan terbentuknya permeabilitas sekunder yang tinggi sehingga dapat menyimpan fluida panas bumi yang potensial.

Batuan penudung di daerah Candi Umbul-Telomoyo terdapat pada batuan vulkanik yang telah mengalami ubahan di dalam kaldera letusan Telomoyo yang merupakan bukti adanya interaksi fluida panas bumi dengan batuan yang dilewatinya melalui jalur-jalur rekahan. Batuan penudung ini bersifat kedap atau memiliki permeabilitas rendah yang berfungsi sebagai penutup reservoir untuk mencegah keluar atau bocornya fluida panas bumi dari reservoir.

Dengan tidak ditemukannya manifestasi panas bumi seperti fumarol, dan temperatur reservoir sekitar 230°C pada kedalaman yang cukup dalam (2.000 m), maka reservoir di daerah ini diduga merupakan reservoir satu fasa yaitu fasa air.

Berdasarkan pemunculan manifestasi permukaan berupa batuan ubahan di dalam kaldera kompleks Telomoyo (daerah Sepakung, Keningar, dan Kendal Duwur) dan jenis fluida yang mempengaruhi proses

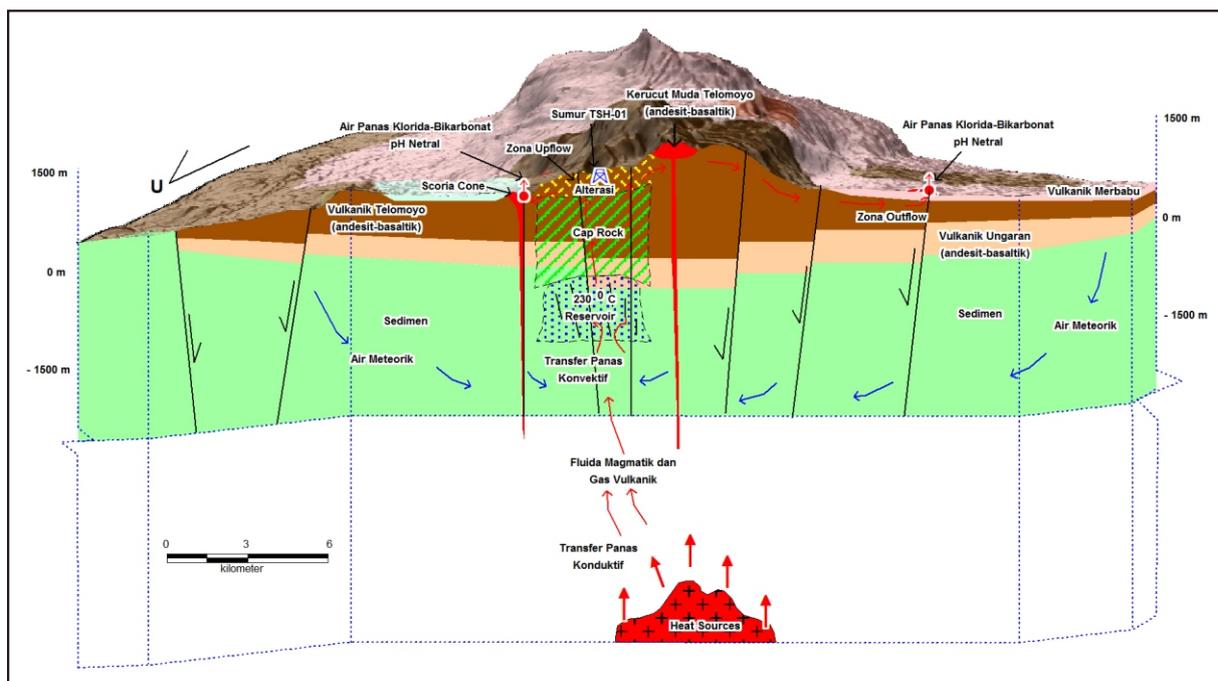
ubahan, maka diperkirakan bahwa daerah ini merupakan zona *upflow*. Sedangkan daerah Candi Dukuh, Candi Umbul dan Pakis Dadu tempat munculnya mata air panas sebagai zona *outflow*.

KESIMPULAN

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa sistem panas bumi Candi Umbul-Telomoyo terbentuk pada lingkungan magma basaltik yang berasosiasi dengan aktivitas vulkanik terakhir Komplek Telomoyo. Fluida panas bertemperatur tinggi terakumulasi di reservoir membentuk sistem satu fasa yaitu fasa air. Lapisan reservoir ini ditutupi oleh lapisan penudung berupa batuan ubahan yang kedap air yang juga tersingkap luas di permukaan.

Zona *upflow* terbentuk di dalam kaldera kompleks Telomoyo, sedangkan daerah sekitar menifestasi Candi Dukuh, Candi Umbul dan Pakis Dadu merupakan zona *outflow* dari sistem panas bumi Candi Umbul-Telomoyo.

Dengan karakteristik sistem panas bumi seperti ini, daerah panas bumi Candi Umbul-Telomoyo potensial untuk dikembangkan, dengan mempertimbangkan peluang dan hambatan yang mungkin akan dihadapi (misalnya teknologi eksplorasi yang akan digunakan).



Gambar 2. Model tentatif sistem panas bumi Candi Umbul-Telomoyo

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada rekan-rekan yang telah memberikan masukan, dan tim editor yang telah

mengoreksi dan memberikan saran dalam penyusunan makalah ini. Serta kepada dewan redaksi yang telah memberikan kesempatan makalah ini sehingga dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. Laporan Survei Terpadu Geologi dan Geokimia Daerah Panas Bumi Candi Umbul-Telomoyo, Provinsi Jawa Tengah, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung (unpublished report)
- Anonim, 1993, Laporan Akhir Pengumpulan Data Geologi, Geokimia, dan Geofisika serta Pengukuran Landaian Suhu di dalam Sumur Dangkal di daerah Telomoyo-Jawa Tengah. Pertamina, Jakarta
- Anonim, 1989, Geologi dan Alterasi Batuan Daerah Gunung Telomoyo, Jawa Tengah. Pertamina, Jakarta
- Anonim, 1988, Laporan Survey Hg dan CO₂ daerah Gunung Telomoyo, Jawa Tengah. Pertamina, Jakarta
- Hayashi, M., 1973. Hydrothermal alteration in the Otake geothermal area, Kyushu. J. Japan Geotherm. Energy Assoc.
- Hermawan, D. dan Rezky, Y., 2011, Delineasi Daerah Prospek Panas Bumi Berdasarkan Analisis Kelurusan Citra Landsat di Candi Umbul-Telomoyo, Provinsi Jawa Tengah, Bul. Sumber Daya Geologi, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Robert E.Thaden, dkk, 1975, Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Rybach, L, 1981, Geothermal systems: conductive heat flow, geothermal anomalies. In:
- Rybach, L, and Muffler, L.J.P, (eds) Geothermal systems. Wiley, New York, 3-36
- Soengkono, S., Te Kopia geothermal system (New Zealand) - the relationship between its structure and extent, Geothermics 28 (1999a), page 767-784.
- Soengkono, S., Analysis of Digital Topographic Data for Exploration and Assessment of Geothermal System, Proceeding 21st New Zealand Geothermal Workshop (1999b).
- Suryantini and Hendro Wibowo, Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case Study in Sulawesi-Indonesia. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia.

Diterima tanggal 11 Maret 2012
Revisi tanggal 26 April 2012

**GEOLOGI DAN MINERALISASI DAERAH SATOKO
KABUPATEN POLEWALI MANDAR, SULAWESI BARAT**

Oleh:

Ernowo, Bambang Nugroho Widhi, Moe'tamarPusat Sumber Daya Geologi
Jl. Soekarno-Hatta No. 444 Bandung**SARI**

Batuan pembawa mineralisasi daerah Satoko berupa syenodiorit yang telah mengalami ubahan argilik dengan komposisi didominasi monmorilonit dan haloisit dengan sedikit nontronit. Luas daerah mineralisasi sekitar 0.49 km², dalam bentuk urat-urat kuarsa yang teramati pada beberapa sumur uji. Urat kuarsa berwarna putih susu dengan struktur *banded*, *vuggy* dan *dog teeth* terisi pirit sangat halus, oksida besi, hematit dan limonit. Ketebalan urat kuarsa bervariasi antara 2 – 4 cm dan membentuk zona urat mencapai lebar 40 cm. Analisis kimia dari conto urat kuarsa menunjukkan nilai tertinggi kandungan unsur logam 6.326 ppm Au, 40 ppm Cu, 5.526 ppm Pb, 379 ppm Zn, 5 ppm Ag, 4.65% Fe, 35 ppm As, 8 ppm Mo dan 7 ppm Sb.

Korelasi yang erat ditunjukkan oleh kemunculan Cu, Pb dan Zn dengan nilai koefisien diatas 0,8, sedangkan Au menunjukkan korelasi negatif dengan unsur-unsur lain. Analisis inklusi fluida mengindikasikan mineralisasi terjadi pada kisaran temperatur antara 220°-300°C dan kedalaman 291,53 – 863,16 m. Kisaran temperatur tersebut merupakan lingkungan tipe mineralisasi epitermal.

Kata kunci : mineralisasi, inklusi fluida, epitermal

ABSTRACT

The host rock of Satoko mineralization area is argillic altered syenodiorite dominated by montmorillonite, halloysite and slightly nontronite. The mineralization zone covers an area of about 0.49 km², as quartz veins observed in some test pits. Milky white quartz veins have structures of banded, vuggy and dog teeth and filled by very fine pyrite, iron oxide, hematite and limonite. The thickness of quartz vein varies between 2-4 cm and form a vein zone up to 40 cm wide. Chemical analysis (AAS) from a quartz vein samples showed the highest content of some metals named 6.326 ppm Au, 40 ppm Cu, 5.526 ppm Pb, 379 ppm Zn, 5 ppm Ag, 4.65% Fe, 35 ppm As, 8 ppm Mo and 7 ppm Sb.

A close correlation of Cu, Pb, Zn represented by coefisien value of above 0.8, but none for Au. Fluid inclusions analysis indicates that the temperature of mineralization formed at 220°-300°C and depth of 291,53 – 863,16 m. The temperature range is the typical of epithermal mineralization environment.

Keywords : mineralization, fluid inclusion, epithermal

PENDAHULUAN

Daerah penelitian terletak di bagian tengah wilayah Kabupaten Polewali Mandar, secara geografis berada pada koordinat 119°6'32,39" – 119°8'27,18" Bujur Timur dan 3°17'56,15" sampai 3°18'54,08" Lintang Selatan (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keadaan geologi dan mineralisasi daerah Satoko dengan tujuan untuk mengetahui lingkungan pembentukan mineral emas.

Beberapa kegiatan penelitian untuk pencarian mineral telah banyak dilakukan di Kabupaten Polewali Mandar diantaranya oleh PT. Altar Makale Mining (1987 – 1989) melaksanakan penyelidikan mineral logam di wilayah Polewali dan Toraja, PT. Kalosi Minerals (1987-1994) yang melakukan eksplorasi cebakan sulfida masif (*massive sulphide*) dan yang terkait dengan mineralisasi emas di Satoko dilakukan oleh PT. North Mining Toraja dari tahun 1997 sampai tahun 2001 dengan hasil ditemukannya mineralisasi tipe epitermal pada batuan syenodiorit.

Dalam penelitian ini dilakukan penyelidikan lapangan untuk pemetaan geologi dan mengidentifikasi indikasi

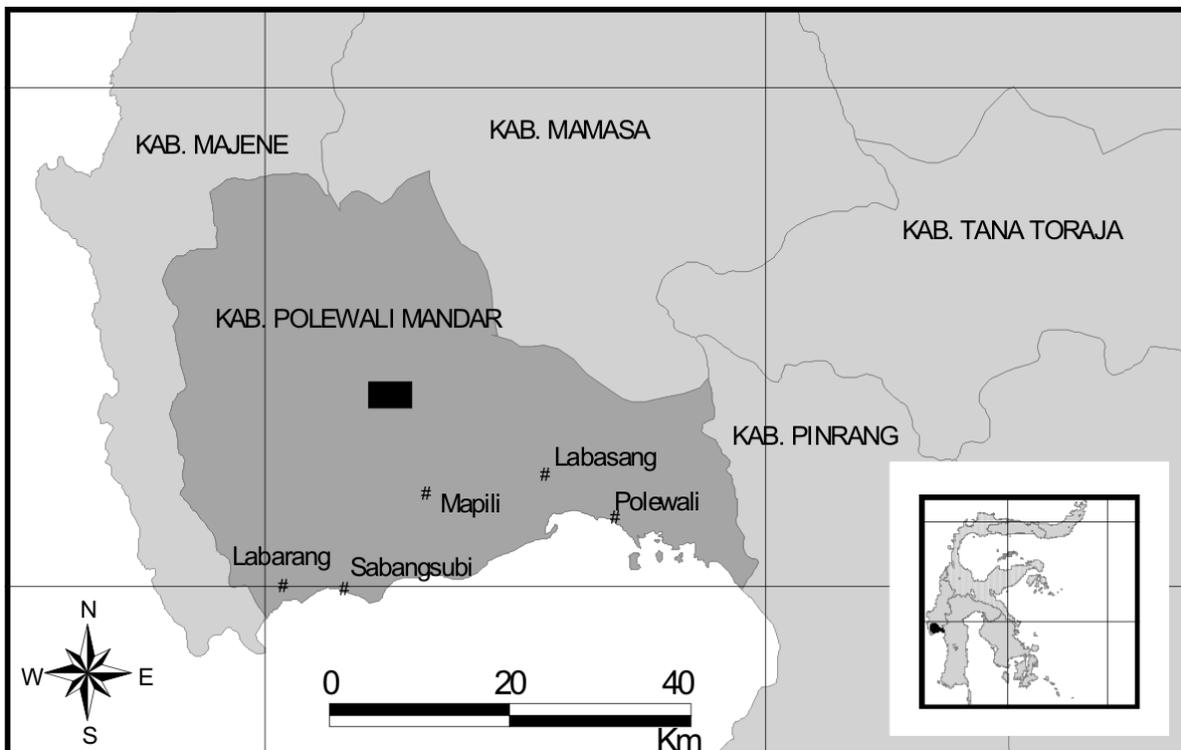
mineralisasi. Sebanyak 34 conto batuan terubah dan batuan termineralisasi diambil pada parit uji serta sumur uji untuk dilakukan analisis laboratorium yang meliputi :

- 25 conto untuk analisis *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) guna mengetahui kandungan unsur Cu, Pb, Zn, Fe, Au, Ag, As, Sb, Mo.
- 6 conto dilakukan analisis *Portable Infrared Mineral Analyzer* (PIMA) untuk mengetahui jenis mineral-mineral ubahan.
- 3 conto untuk analisis inklusi fluida guna mengetahui suhu dan kedalaman pembentukan kuarsa dan cebakan bijih.

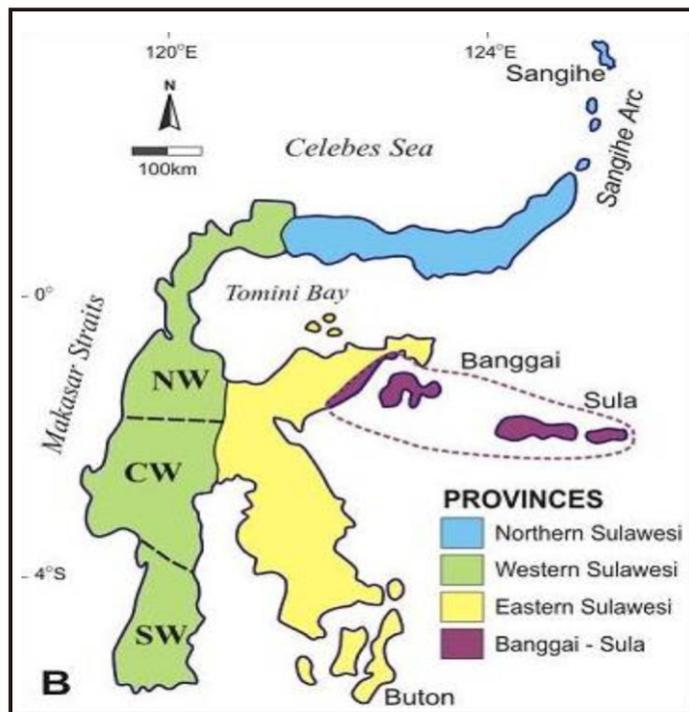
GEOLOGI

Kabupaten Polewali Mandar merupakan bagian dari mandala geologi Sulawesi Barat Bagian Tengah berada pada busur magmatik barat di ujung timur Paparan Sunda.(Van Leeuwen & Pieters, 2011) (Gambar 2).

Mandala Sulawesi Barat Bagian Tengah merupakan daerah yang memiliki topografi paling terjal, terdiri dari beberapa punggung dengan ketinggian antara 2.000 – 3.495 m diatas permukaan air laut.



Gambar 1. Peta Lokasi daerah penelitian



Gambar 2. Mandala metalogen Sulawesi (Van Leeuwen & Pieters, 2011).

Geologi Sulawesi Barat memiliki urutan stratigrafi dengan kisaran umur mulai Kapur Akhir sampai sekarang, yang tersusun oleh fragmen benua dan batuan akresi (*mélange*). Kompleks batuan dasar secara tidak selaras ditumpangi oleh endapan *flysch* termetamorfosakan derajat rendah yang berumur Kapur Akhir dan tersebar luas serta membawa mineralisasi emas di Sulawesi Barat Bagian Tengah.

Geologi regional Polewali Mandar tersusun oleh Formasi Makale, Formasi Latimojong, Formasi Sekala, Batuan Gunungapi Gunung Walimbong, Batuan Terobosan dan Endapan Alluvial (Djuri dkk, 1998).

Formasi Latimojong berumur Kapur mengalami metamorfisme lemah – sedang terdiri dari serpih, filit, rijang, marmer, kuarsit dan breksi terkarsikkan. Secara tidak selaras di atas Formasi Latimojong diendapkan Formasi Makale berumur Miosen Awal – Miosen Tengah berupa batugamping terumbu.

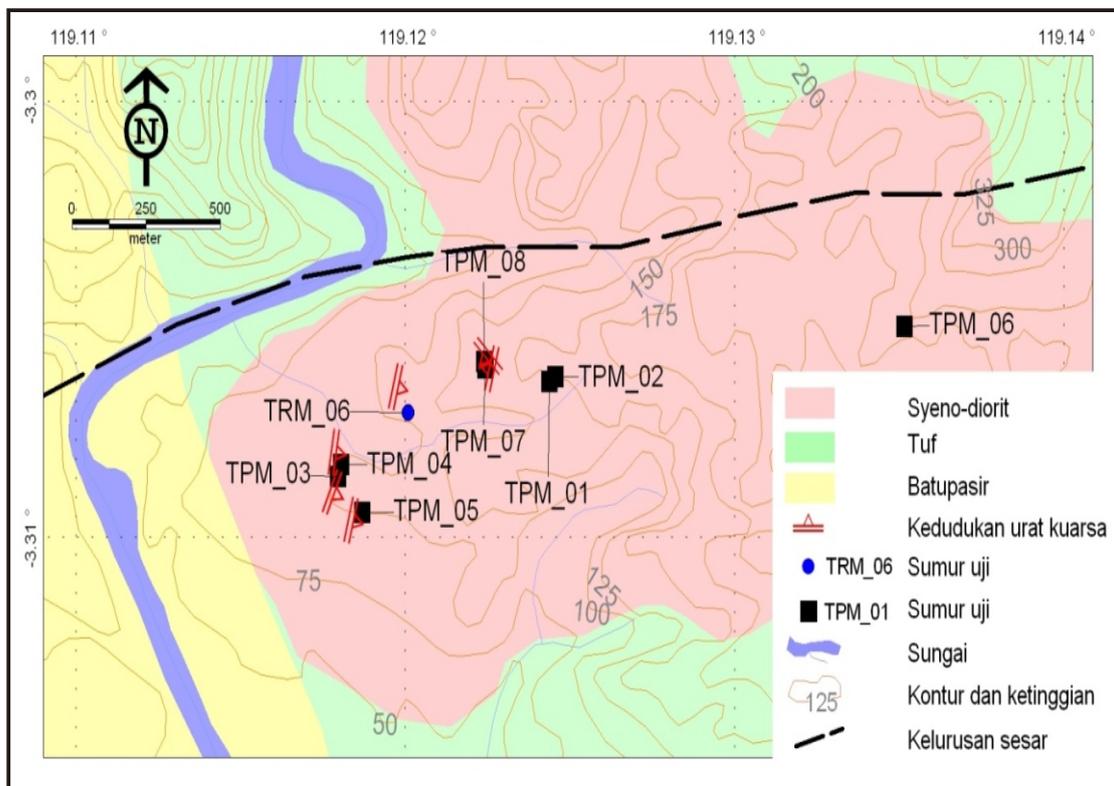
Formasi Sekala berumur Mio-Pliosen yang disusun oleh batupasir, konglomerat, serpih, tuf, sisipan lava andesitan – basalt berumur Miosen Tengah – Pliosen memiliki

hubungan menjari dengan Batuan Gunungapi Walimbong berumur Miosen – Pliosen terdiri dari lava bersusunan basal sampai andesitan, sebagian lava bantal; breksi andesit piroksin, breksi andesit trakit; mengandung feldspatoid di beberapa tempat. Batuan Gunungapi Walimbong diterobos oleh Batuan Terobosan yang pada umumnya berkomposisi asam sampai menengah berumur Pliosen.

Endapan alluvium berumur Kuartar berupa lempung, lanau, pasir, dan kerikil menutupi dataran rendah di bagian selatan Kabupaten Polewali Mandar.

Litostatigrafi daerah Satoko disusun oleh satuan batupasir yang merupakan bagian dari Formasi Sekala berumur Mio-Pliosen dan Satuan Tufa dengan intrusi syenodiorit yang merupakan anggota dari Formasi Gunungapi Walimbong berumur Miosen (Gambar 3).

Struktur yang berkembang adalah sesar mendatar dan normal dengan arah tenggara – barat laut memotong kedua satuan batuan yang merupakan jalur keluarnya larutan hidrotermal pembawa larutan sisa magma. Batuan terobosan syenodiorit kemungkinan merupakan



Gambar 3. Peta Geologi daerah Satoko, Polewali Mandar

Tabel 1.
Kandungan mineral ubahan hasil analisis PIMA

No. Conto	Susunan mineral ubahan
TPM_01B	52% montmorilonit + 48 % haloisit
TPM_03C	46% montmorilonit + 54 % haloisit
TPM_05A	47% montmorilonit + 53 % haloisit
TPM_06A	50% montmorilonit + 50 % haloisit
TPM_07	50% montmorilonit + 50 % haloisit
TRM_06A	69% montmorilonit + 31 % nontronit

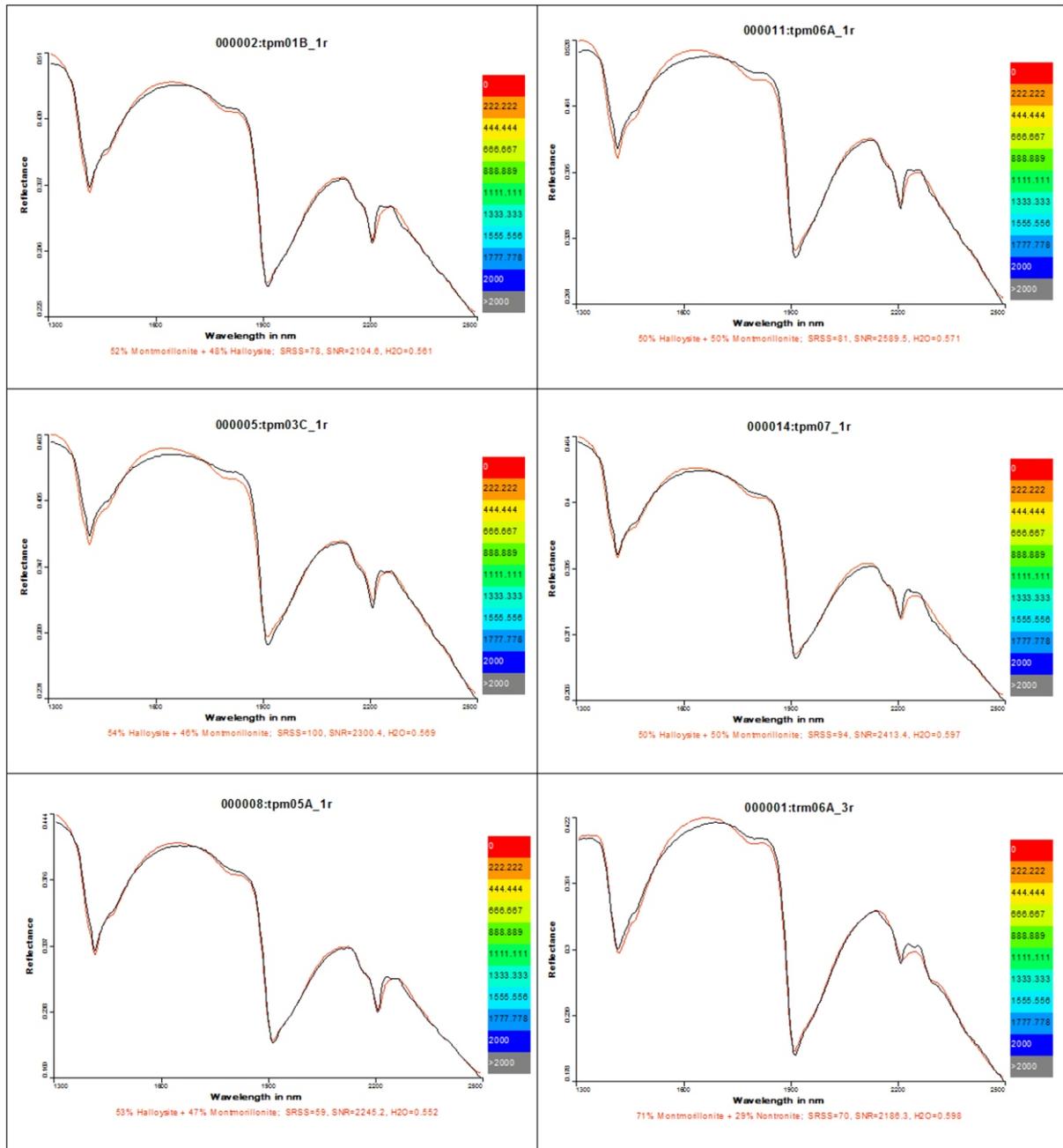
bagian dari satuan batuan terobosan Granit Mamasa. Priadi dkk. (1994) melakukan penentuan umur dengan metode 40K-40Ar pada biotit menunjukkan umur $11,91 \pm 0.26$ Ma (Miosen Tengah).

ALTERASIDAN MINERALISASI

Batuan syenodiorit merupakan batuan induk yang seluruhnya telah mengalami ubahan argilik, sehingga tidak diketemukan conto batuan yang segar. Hal tersebut

ditunjukkan dari hasil analisis PIMA dengan munculnya mineral-mineral ubahan yang didominasi oleh monmorilonit, haloisit dan sedikit nontronit (Tabel 1, Gambar 4), pada beberapa tempat dijumpai juga klorit.

Zona mineralisasi Satoko meliputi area seluas $\pm 0,49$ km². Mineralisasi teramati pada beberapa sumur uji dalam bentuk urat-urat kuarsa (Gambar 5). Urat kuarsa berwarna putih susu, memiliki struktur *banded*, *vuggy* dan *dog teeth* yang pada



Gambar 4. Diagram analisis PIMA

beberapa bagian terisi pirit sangat halus, oksida besi, hematit dan limonit pada rongga-rongganya. Urat sudah mengalami retak-retak karena sifat getas (*brittle*) dan mengalami pelapukan dengan ketebalan bervariasi antara 2 - 4 cm dan membentuk zona urat mencapai lebar 40 cm.

Analisis kimia metode AAS dari beberapa conto urat kuarsa yang diambil dari sumur uji menunjukkan kandungan tertinggi dari beberapa unsur logam yaitu 6,326 ppm Au, 40 ppm Cu, 5.526 ppm Pb, 379 ppm Zn, 5

ppm Ag, 4,65% Fe, 35 ppm As, 8 ppm Mo dan 7 ppm Sb. (Tabel 2).

Analisis inklusi fluida terhadap conto TPM_04A, TPM_5D dan TPM_6A, yang kesemuanya berupa batuan ubahan tersilisifikasi tersusun oleh kuarsa mengandung detritus butiran sangat halus dan serabut-serabut mineral ubahan dan amorf, dipotong urat-urat kuarsa sangat halus. Hasil pengukuran mikrotermometri masing-masing conto disajikan dalam Tabel 3.



Gambar 5. Foto urat kuarsa memotong batuan syenodiorit pada sumur uji TPM 01

Tabel 2.
Hasil analisis kimia unsur (AAS)

No. Conto	Unsur								
	Cu	Pb	Zn	Ag	Fe	Au	As	Mo	Sb
TPM 01A	40	5526	379	3	2,98	0,017	5	2	7
TPM 01B	20	2238	118	2	2,22	0,019	10	4	2
TPM 02A	19	435	78	1	2,12	0,036	5	<2	4
TPM 02B	11	166	28	2	1,36	0,064	5	<2	<2
TPM 03A	10	67	6	2	1,35	2,653	<2.5	2	3
TPM 03B	18	152	11	<0.5	1,21	1,601	5	2	2
TPM 03C	11	44	18	1	1,89	5,014	5	2	<2
TPM 03D	22	110	25	2	4,65	2,113	5	8	<2
TPM 03E	7	20	9	<0.5	1,56	1,348	<2.5	2	2
TPM 04A	15	53	31	<0.5	2,05	1,405	<2.5	4	<2
TPM 04B	7	38	17	<0.5	1,14	2,558	<2.5	2	<2
TPM 04C	9	21	20	<0.5	1,57	1,368	<2.5	3	2
TPM 04D	6	4	8	<0.5	1,26	0,532	<2.5	2	4
TPM 04E	9	7	11	<0.5	1,17	0,378	<2.5	2	<2
TPM 04F	10	9	13	<0.5	1,49	1,374	<2.5	2	<2
TPM 05A	11	32	17	<0.5	1,6	0,986	5	5	<2
TPM 05B	6	5	7	<0.5	1,19	2,092	5	<2	<2
TPM 05C	13	10	15	<0.5	1,24	1,603	<2.5	<2	5
TPM 05D	12	78	19	<0.5	1,43	3,097	5	2	<2
TPM 05E	12	11	13	1	1,31	6,326	5	3	<2
TPM 05F	15	83	60	1	2,44	0,854	35	2	3
TPM 06A	9	135	15	<0.5	1,47	0,036	35	2	2
TPM 06B	12	77	22	<0.5	1,26	0,016	30	2	<2
TPM 07	20	112	49	5	2,43	0,163	9	2	2
TPM 08	7	49	16	<0.5	1,49	0,058	5	<2	<2

satuan unsur dalam ppm, kecuali Fe dalam %

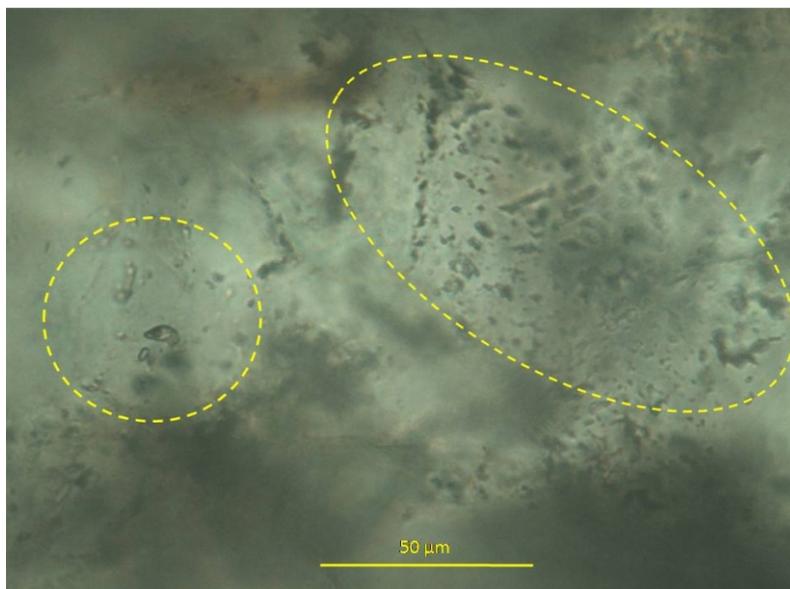
Fotomikrografi menunjukkan adanya beberapa inklusi fluida dua fasa dan fasa tunggal kaya air pada TPM_04A (Gambar 6), TPM_05D (Gambar 7) dan TPM_06A (Gambar 8).

PEMBAHASAN

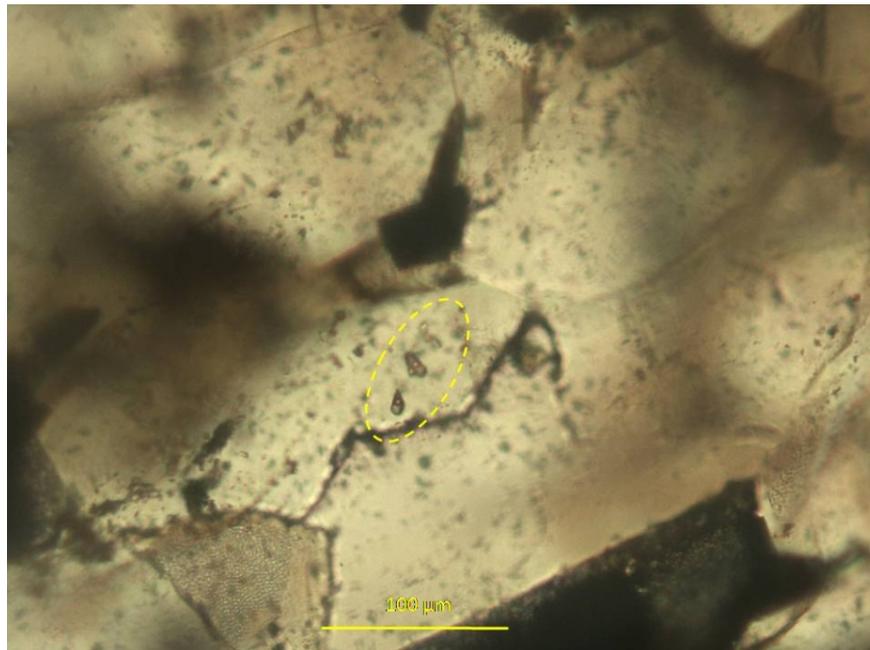
Nilai unsur-unsur logam dasar (Cu,Pb,Zn) paling besar terdapat pada sumur uji TPM01A, sementara nilai unsur Au paling tinggi pada TPM05. Hubungan antar unsur menunjukkan kaitan yang erat antara kadar



Gambar 6. Inklusi fluida dua fasa (lingkaran kanan) dan fasa tunggal kaya air (lingkaran kiri) TPM_04A



Gambar 7. Inklusi fluida sebagian besar fasa tunggal air, dibagian kanan didominasi fasa tunggal kaya air dan umumnya berbentuk necking, dibagian tengah kiri terlihat beberapa inklusi fasa ganda yang dapat diukur.



Gambar 8. Inklusi fluida fasa ganda subhedral didalam kristal prismatic kasar kuarsa tipe urat TPM_06A.

Tabel 4.
Hubungan antar unsur

<i>Unsur</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Ag</i>	<i>Fe</i>	<i>Au</i>	<i>As</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>
Cu	1								
Pb	0.82	1							
Zn	0.87	0.98	1						
Ag	0.61	0.43	0.47	1					
Fe	0.68	0.38	0.44	0.52	1				
Au	-0.21	-0.27	-0.29	-0.18	-0.10	1			
As	0.02	-0.03	0.02	-0.02	0.07	-0.29	1		
Mo	0.24	-0.01	-0.03	0.10	0.69	0.09	-0.12	1	
Sb	0.60	0.68	0.73	0.23	0.20	-0.22	-0.09	-0.21	1

Cu, Pb, Zn dengan nilai koefisien korelasi diatas 0,8. Sementara kadar unsur Au tidak memiliki hubungan dengan kadar unsur lain, bahkan menunjukkan nilai hubungan yang negatif (Tabel 4).

Analisis inklusi fluida menunjukkan pembentukan mineralisasi masih berada di kisaran suhu 220°C-300°C. Kisaran

temperatur ini masih merupakan kisaran yang wajar untuk pembentukan mineralisasi di lingkungan epitermal. Namun dari sisi lain nilai salinitasnya memiliki nilai agak tinggi dibanding dengan kebanyakan endapan epitermal di tempat lain, seperti di Cineam, Tasikmalaya (Nugroho Widhi,1998) yang mempunyai temperatur pembentukan

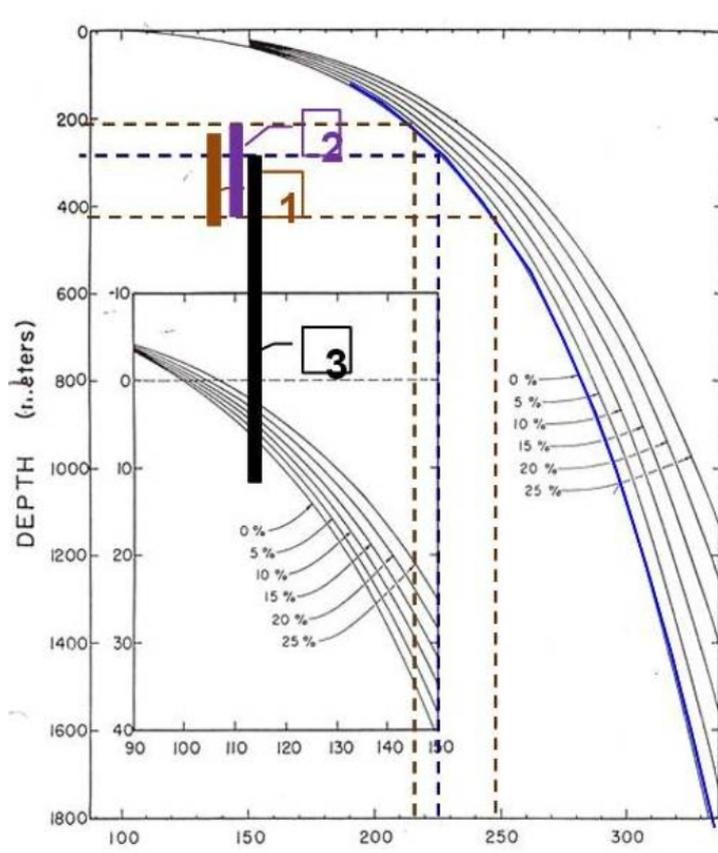
mineralisasi berada pada kisaran 200°C-300°C tetapi salinitas berada dibawah 1,5 wt% NaCl.

Hubungan antara mineralisasi emas beserta mineral penunjuk (pathfinder) dengan temperatur dijelaskan sebagai berikut: TPM_04A memiliki temperatur 220-250°C, salinitas 3.5-3.7 wt% NaCl dengan kadar 1,405 ppm Au, <2,5 ppm As, Mo dan Sb relatif kecil. TPM_05D, temperatur 220-250°C salinitas 2,5-2,9wt% NaCl dengan 3,097 ppm Au, 5 ppm As, 3 ppm Mo dan Sb < 2 ppm. Sedangkan pada TPM_06A dengan temperatur 230-300°C, salinitas 1,4-1,8wt% NaCl memiliki 0,03 ppm Au, 35 ppm As, 2 ppm Mo dan 2 ppm Sb. Melihat pola tersebut dapat ditarik gambaran saat temperatur tinggi nilai Au menurun dan As meningkat (TPM_05D dan TPM_06A).

Sementara itu kadar logam dasar (Cu, Pb, Zn) ditunjukkan dari conto TPM_04A dengan kadar yang tinggi pada temperatur mineralisasi antara 200°C-300°C, salinitas yang paling tinggi (3,3 – 3,7 Wt.% NaCl)

dibanding dengan conto lain

TPM_06 menunjukkan temperatur paling tinggi diantara conto lain, namun memiliki salinitas paling rendah. Sementara dalam kondisi yang umum temperatur yang meningkat hampir selalu diikuti dengan meningkatnya nilai salinitas dan kedalaman. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor pengambilan conto yang berada pada lokasi paling jauh. Kemungkinan lainnya disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi larutan hidrotermal dan/atau batuan sampling. Jika dilihat dari kedalaman pembentukan mineralisasi antara TPM_04A, TPM_05D dengan TPM_06A terdapat perbedaan yang cukup mencolok. TPM_04A memiliki kisaran kedalaman 291,53 m, TPM_05D pada kedalaman 350,85 m dan TPM_06A dari 434,30-863,16 m. Hal tersebut menunjukkan pembentukan mineralisasi antara TPM_06A dengan TPM_04A dan TPM_05D telah mengalami pergeseran dikarenakan perbedaan kedalaman. (Gambar 9).



1) TPM_04A, 2) TPM05D, 3) TPM_06A.

Gambar 9. Diagram menunjukkan kisaran kedalaman pembentukan mineralisasi di daerah penyelidikan (Hass, 1971)

KESIMPULAN

Mineralisasi emas di daerah Satoko terjadi pada batuan induk syenodiorit yang telah mengalami ubahan intensif argilik, berupa urat-urat tipis kuarsa yang membentuk zona dengan lebar mencapai 40 cm. Mineralisasi terjadi pada suhu berkisar antara 220-300°C dan kedalaman antara 291,53–863,16 m.

Kadar kandungan Cu, Pb dan Zn menunjukkan hubungan yang erat dengan nilai koefisien korelasi diatas 0,8, sementara kadar unsur Au tidak memiliki hubungan dengan kadar unsur lain, bahkan menunjukkan nilai hubungan yang negatif

Kecenderungan perbedaan suhu dan salinitas dari conto yang diambil berjauhan kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi larutan hidrothermal ataupun batuan sampling.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada rekan-rekan tim Prospeksi Mineral Logam di Kabupaten Polewali Mandar yang telah membantu pelaksanaan kegiatan lapangan dan kepada Ir. Danny Z Herman M.Sc atas diskusi sehingga terbitnya makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, Laporan Pelepasan Keseluruhan, PT. North Mining Toraja (Tidak dipublikasikan).
- Djuri, Sudjatmiko, Bachri S & Sukido, 1998, Peta Geologi Lembar Majene dan bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi, Edisi kedua dalam skala 1 : 250.000, Pusat Survey Geologi
- Hass,J.L., 1971. The effects of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. *Economic Geology*, 66 h. 940-946.
- Nugroho Widhi B, 1998, Epithermal gold mineralization in the Cineam Area, Thesis, Hokaido University, Japan.
- Priadi,B., H. Bellon, R.C. Maury, M. Polve, R. Soeriaatmadja & J.C. Philippet, 1994. Magmatic evolution in Sulawesi in the light of new 40K-40Ar age data. *Proceedings 23rd Annual Convergence IAGI*, Jakarta, p.355-369.
- Van Leeuwen,T.M dan Pieters,P.E, 2011. Mineral Deposits of Sulawesi. *Proceedings of The Sulawesi Mineral Resources* , MGEI, p. 1-130.

Diterima tanggal 11 April 2012
Revisi tanggal 18 Mei 2012

KARAKTERISTIK BATUBARA FORMASI TIPUMA DI DAERAH GUNUNG MISEDA RANSIKI DAN INDIKASINYA SEBAGAI KOKAS

Oleh:

Dede Ibnu Suhada

Pusat Sumber Daya Geologi
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung

SARI

Batubara daerah Ransiki, Papua Barat menarik untuk diteliti karena berada pada Formasi Tipuma yang berumur Pra-Tersier. Batubara Pra-Tersier ini diharapkan memiliki potensi batubara kokas. Lokasi singkapan batubara ini berada di Gunung Miseda. *Calorific Value* (CV) dan *Free Swelling Index* (FSI) digunakan sebagai salah satu parameter batubara kokas. Hasil laboratorium menunjukkan bahwa beberapa conto dari Blok Miseda memiliki kalori 6.403 sampai 7.635 kal/gr dengan nilai FSI 5 ½, 6 ½ dan 7. Nilai-nilai ini mengindikasikan termasuk pada batubara kokas.

Kata kunci; batubara, Formasi Tipuma, Pra-Tersier, batubara kokas, Ransiki, Papua Barat.

ABSTRACT

Coal of Ransiki, West Papua interested for studying because it lays on the Tipuma Formation of Pre-Tertiary age. This coal has potential as a coking coal. The outcrops are located at Gunung Miseda. Calorific Value (CV) and Free Swelling Index (FSI) were used as parameters to determine the coking coal. The CV of about 6.403 to 7.635 cal/gram and FSI value of about 5 ½, 6 ½ and 7 of the sample taken from Miseda Block revealed it as a coking coal.

Keywords; coal, Tipuma Formation, Pre-Tertiary, coking coal, Ransiki, West Papua.

PENDAHULUAN

Keterdapatannya batubara di daerah Ransiki, Papua Barat menjadi hal yang menarik untuk diteliti karena daerah ini didominasi oleh batuan metamorf.

Berdasarkan penelitian Sekolah Tinggi Delft tahun 1955 (Peta Geologi lembar Ransiki) ditemukan batubara dengan tebal 4 meter di sekitar Danau Anggi. Penelitian lainnya dilakukan oleh Hutagalung (1974) dalam *Notes on a visit to the Bintuni – Horna Coalfield* memfokuskan kepada endapan batubara di daerah Horna yang berada sekitar 30 kilometer ke arah selatan dari Danau Anggi.

Informasi mengenai karakteristik batubara daerah Ransiki yang berumur Pra-Tersier belum banyak diketahui.

Maksud dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik batubara daerah Ransiki, baik itu sifat fisik maupun kimia dengan tujuan untuk mencari potensi batubara kokas (*coking coal*).

Batubara kokas menurut kamus McGraw Hill (2003) adalah batubara

bituminus yang sangat lembut dan cocok untuk kokas. Sedangkan kokas sendiri berguna dalam peleburan baja yang memerlukan temperatur tinggi.

Hasil penelitian diharapkan memberi informasi awal keberadaan batubara daerah Ransiki yang dalam peta geologi termasuk dalam Formasi Tipuma. Selama ini Formasi Tipuma tidak dikenal sebagai formasi pembawa batubara (*coal bearing formation*).

Daerah penelitian dapat dicapai dari Ibukota Provinsi Papua Barat, Manokwari melalui arah Ransiki atau dapat juga melalui Manyambou menuju Danau Anggi. Untuk mencapai lokasi singkapan ditempuh dengan berjalan kaki selama dua hari.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Morfologi daerah penelitian sebagian besar adalah morfologi pegunungan curam dengan faktor struktur sangat dominan. Elevasi daerah ini di mulai dari 1.700 m dpl. sampai 2.660 m dpl., dengan elevasi tertinggi adalah Gunung Maut. Kemiringan

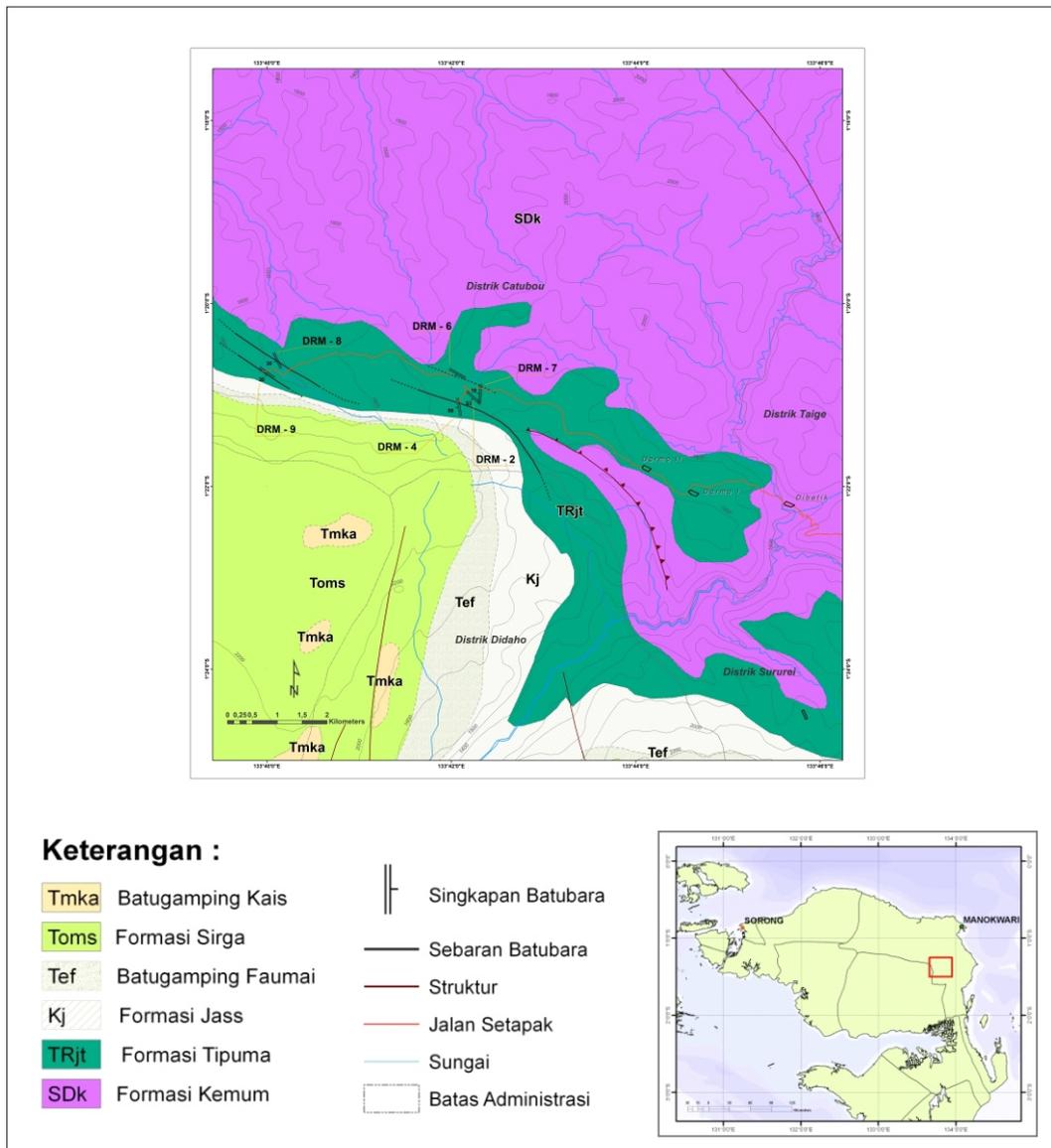
lerengnya berkisar antara 20° sampai lebih dari 65°.

Lembah-lembahnya berbentuk V, dengan bentuk punggung paralel. Sebagian besar pola pengalirannya berupa subtrellis sampai trellis, pola ini mencirikan daerah yang terlipat atau terpengaruh oleh struktur dan juga merupakan ciri dari batuan metamorfik.

Menurut Pieters dkk. (1983) dalam Peta Geologi lembar Ransiki daerah ini termasuk kedalam Bongkah Kemum. Bongkah ini terbangun pada batuan alas yang berumur Silur sampai Devon yang tertindih secara tidak selaras oleh batuan sedimen yang berumur Paleozoikum Atas sampai Tersier

Akhir.

Secara Stratigrafi daerah penelitian sebagian besar didominasi oleh Formasi Kemum (SDk) yang juga merupakan batuan tertua berumur Silur sampai Devon. Formasi ini tersebar di bagian utara sampai bagian timur ke arah selatan. Formasi ini terdiri dari batuan metasedimen tingkat rendah seperti batusabak, serpih sabakan, argilit, batulanau berlapis dengan batupasir dan konglomerat, batuan malihan tingkat menengah sampai tinggi seperti batusabak, filit, batutanduk, batupasir malih, kuarsit, konglomerat malih, sekis, dan genes. Di atas Formasi Kemum diendapkan secara tidak selaras Formasi Tipuma (Trjt).



Gambar 1. Peta Geologi dan sebaran batubara Gunung Miseda Ransiki

Formasi Tipuma tersebar mulai dari bagian barat yaitu Kampung Darmo sampai ke bagian tenggara Distrik Sururei. Di Papua sendiri formasi ini penyebarannya meluas dimulai dari barat laut Kepala Burung sampai ke timur dekat perbatasan. Formasi ini berada pada Cekungan Salawati, Bintuni, Lipatan Lengguru sampai ke Bagian Tengah Kepala Burung. Batuanannya terdiri dari batulumpur, batulanau, batupasir, konglomerat, dan batugamping dengan lingkungan pengendapan fluvial dan terjadi selama periode pemisahan benua (*continental rifting*) (Piagam and Panggabean, 1983 dalam *The Geology of Indonesia*, 2000). Berdasarkan posisi stratigrafinya umur formasi ini adalah Trias sampai Jura bagian bawah.

Formasi Jass (Kj) diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Tipuma, terdiri dari batupasir gampingan, batulumpur, batulanau, sedikit batunapal, kalsilutit, kalkarenit pasiran, dan konglomerat. Di atasnya diendapkan secara selaras Batugamping Faumai (Tef), terdiri dari biokalkarenit, biokalsilutit, serpih gampingan, batugamping dolomitan, dengan penyebaran berada di sebelah selatan daerah penelitian.

Formasi Sirga diendapkan pada Oligosen bagian atas sampai Miosen bagian bawah, penyebarannya berada di sebelah selatan, terdiri dari batupasir kuarsa, batulumpur dan kalkarenit. Kemudian diendapkan Batugamping Kais (Tmka) yang penyebarannya setempat-setempat yaitu di Tiraga dan Siahara atau di sebelah baratdaya daerah penelitian. Batugamping ini terdiri dari biokalsilutit, biokalkarenit dan batugamping terumbu dengan penyebaran yang luas berada di sebelah selatan lokasi penelitian, termasuk ke dalam Cekungan Bintuni.

Secara umum daerah penelitian termasuk kedalam sistem Sesar Ransiki, sesar aktif ini berada di timur daerah penelitian berarah relatif utara-selatan. Kemunculan dua danau kembar (Danau Anggi Gigi dan Anggi Gida) diperkirakan merupakan bagian dari depresi sesar ini. Bagian lain dari sesar ini dimulai dari Sungai Prafi di Manokwari kemudian ke Manyambou lalu menerus melalui Sungai

Warjori dan memotong Danau Anggi Gigi. Di bagian barat, yaitu di Distrik Didohu dan Catubou muncul sesar berarah relatif barat timur, yang menyebabkan longsor pada daerah sekitarnya.

HASIL DAN ANALISIS

Di Gunung Miseda, sekitar lima kilometer dari Kampung Darmo ke arah barat sampai ke Distrik Didohu terdapat blok batubara. Batubara ini berwarna hitam, kilap terang, padu, ringan, tidak mengotori tangan. Secara regional batubara ini berada pada Formasi Tipuma (Trjt) yang berumur Trias.

Lapisan batubara memiliki arah jurus perlapisan berkisar antara N115°E sampai N125°E dengan kemiringan berkisar 10° sampai 30°. Sebagian singkapan berada pada zona hancuran dan juga deformasi yang menyebabkan arah lapisan berubah-ubah dengan kemiringan hampir tegak seperti pada singkapan DRM-2 dan DRM-4 (Tabel 1.).

Di lokasi DMR-7 dan DMR-9, dalam satu singkapan terdapat beberapa lapisan tipis batubara mulai dari 2 - 40 cm dengan lapisan pengapit berupa batupasir yang cukup keras. Penyebaran batubara antara DRM-3 dengan DRM-8 sejauh lima kilometer, kemungkinan menerus ke arah barat Kampung Testega.

Hasil analisis laboratorium (Tabel 2) batubara di Gunung Miseda menunjukkan nilai kalori mulai dari 6.403 - 7.635 kal/gr dengan rata-rata 7.323 kal/gr. Nilai lainnya seperti kandungan air melekat (M) berkisar dari 3,43 - 5,13 %, zat terbang (VM) 39,99 - 48,83 %, karbon tetap (FC) 39,45 - 50,46 %, kandungan abu (ash) 0,49 - 17,44 %, Sulfur 0,99 - 2,85 %, dan HGI berkisar 21 - 32.

Hasil analisis petrografi (Tabel 3) terdiri dari tiga kelompok maseral yaitu: vitrinit, inertinit dan liptinit. Vitrinit merupakan maseral yang dominan, diikuti inertinit dan sedikit liptinit. Inertinit hadir sekitar 3 - 5%. Nilai reflektan vitrinit batubara Gunung Miseda berkisar 0,39 - 0,54 %.

PEMBAHASAN

Batubara di Gunung Miseda merupakan batubara kalori sangat tinggi. Hasil analisis laboratorium untuk beberapa conto batuan memiliki nilai FSI (*free swelling index*) atau

Tabel 1
Daftar singkapan batubara Gn. Miseda Ransiki

Stasiun	BT	LS	Z (meter)	Strike	Dip	Tebal (meter)	Ket.
DRM-1	133°42'23,7"	1°20'57,2"	2113	-	-	-	Fragmen Batubara
DRM-2	133°42'18,3"	1°20'55,8"	2105	184	53	0,20	Batubara
DRM-3	133°42'11,5"	1°21'00,3"	-	-	-	-	Batubara
DRM-4	133°42'03,6"	1°21'05,0"	2073	170	86	0,10	Batubara
DRM-6	133°41'49,8"	1°20'46,1"	2084	-	-	0,01 0,02 0,02 0,02	Lensa tipis batubara
DRM-7	133°42'00,6"	1°20'45,6"	2084	120	10	0,05 0,01 0,04 0,04 0,02 0,04	Batubara
DRM-8	133°40'7,6"	1°20'38,8"	1636	115	30	0,40	Batubara
DRM-9	133°40'03,6"	1°20'42,8"	1581	125	30	0,06 0,06 0,03 0,01 0,10	Batubara

Tabel 2.
Hasil analisis *proximate* batubara Gn. Miseda Ransiki

ANALYSIS	UNIT	BASIS	Sample Code					
			DRM-2	DRM-3	DRM-4	DRM-7A	DRM-7B	DRM-9
<i>PROXIMATE</i>								
M	%	adb	5.13	3.43	4.96	4.37	3.12	4.29
VM	%	adb	43.33	48.48	46.70	46.13	39.99	48.83
FC	%	adb	50.46	43.79	45.23	47.57	39.45	46.39
ASH	%	adb	1.08	4.30	3.11	1.93	17.44	0.49
St	%	adb	1.69	2.73	2.85	0.99	1.25	2.40
HGI		adb	-	30	21	-	32	-
RD		adb	1.30	1.32	1.30	1.30	1.41	1.30
FSI / CSN		adb	2 ½	6 ½	7	3	1 ½	5 ½
CV	Cal/gr	adb	7375	7472	7497	7558	6403	7635

Tabel 3.
Hasil analisis petrografi batubara Gn. Miseda Ransiki

No Conto	Reflektan Vitrinit (% RV_{max})	Kisaran (%)	Komp. Maseral (%)			Material Mineral (%)		
			V	I	L	Clay	OxB	PY
DRM-2	0,4546	0,39-0,52	92,6	4,5	0,5	1,9	0,4	0,1
DRM-3	0,4416	0,40-0,48	92,5	3,9	0,4	2,8	0,2	0,2
DRM-4	0,4015	0,34-0,42	90,3	5,2	0,4	2,2	0,4	1,5
DRM-7A	0,4715	0,40-0,54	90,6	7,7	0,3	1,2	0,1	0,1
DRM-7B	0,4369	0,37-0,49	90,6	4,6	0,2	1,1	0,1	0,1
DRM-9	0,4536	0,43-0,49	94,8	4,4	0,3	0,3	0,1	0,1

CSN (*crucible swelling number*) tinggi yaitu $5\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$, dan 7. Menurut Blayden, (1982) berdasarkan hubungan porositas dengan kekuatannya, nilai kisaran FSI 5 sampai 8 merupakan nilai yang sangat bagus untuk batubara kokas (*coking coal*).

Selain FSI terdapat beberapa parameter lainnya untuk menentukan tipe batubara kokas diantaranya adalah *Gray King Coke Type*, *Audibert-Arnu Dilatometer Test*, dan *Gieseler Plastometer Test* (Blayden, 1982).

Hal menarik dari batubara Ransiki adalah tingkat kematangan *vitritine* (RV_{max}) yang berkisar dari 0,34 - 0,52 %, jika dibandingkan dengan nilai kalorinya, maka nilai RV_{max} tersebut tidak menunjukkan batubara kalori sangat tinggi, sedangkan menurut Cook (2008) RV_{max} batubara kokas

berkisar antara 1,7 - 1,9 %.

KESIMPULAN

Sebagian batubara di Ransiki memiliki nilai FSI/CSN > 1 yang merupakan indikasi batubara kokas. Akan tetapi nilai RV_{max} nya tidak menunjukkan indikasi batubara kokas sehingga untuk memperkuat analisis diperlukan pengujian dengan parameter lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Asep Suryana yang memberikan saran dan masukan sehingga makalah ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998, Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Blayden, I.D. & Goodwin, P.W., 1982, Coal Basin Exploration-Strategies, Methods, Analytical Programmes and Case Histories, University of Wollongong, Australia.
- Cook, A.C., 2008, *Coking Coals, with special reference to coking coals from Indonesia*, Keiraville Konsultans NSW Australia.
- Darman, H. & Sidi, H, 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*, IAGI, Jakarta.
- Hutagalung J.S.O., 1974, *Report No.112 Notes on a Visit to the Bintuni - Horna Coalfield Vogelkop Irian Jaya*, PT Riotinto Bethlehem Indonesia, Jakarta
- McGraw-Hill Science & Technology Dictionary, 2011, <http://www.answers.com/topic/coking-coal>, diakses tanggal 30 Oktober 2011
- Pigram C.J. & Sukanta U., 1989; Geologi Lembar Taminabuan Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Pieters P.E., Hakim A. S., Atmawinata S., 1990, Geologi Lembar Ransiki, Irian Jaya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Diterima tanggal 10 Maret 2012
Revisi tanggal 28 April 2012

TINJAUAN KETERDAPATAN EMAS PADA KOMPLEKS OFIOLIT DI INDONESIA

Oleh:

Teuku IshlahPusat Sumber Daya Geologi
Jl. Soekarno Hatta No. 444 Bandung**SARI**

Indonesia memiliki beberapa kompleks ofiolit seperti yang ditemukan di Pegunungan Bobaris dan Pegunungan Meratus di Kalimantan Selatan, Tanah Grogot Kalimantan Timur, Bombana di Sulawesi Tenggara, dan Pegunungan Cycloops di Papua. Di Kawasan kompleks ofiolit tersebut banyak ditemukan mineralisasi yang muncul setempat-setempat dan secara terbatas ditemukan emas. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan mineralisasi emas yang berasosiasi dengan kompleks ofiolit. Mineralisasi emas dalam ultrabasa masih belum diketahui secara luas karena belum dikaji secara intensif. Di beberapa area kompleks ofiolit di Indonesia pernah menjadi area Kontrak Karya Pertambangan Umum, sehingga data mineralisasi yang berkaitan dengan ofiolit sangat berguna sebagai bahan kajian agar dapat diperoleh penerapan model mineralisasi. Tinjauan ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran mineralisasi pada lingkungan kompleks ofiolit di Indonesia.

Kata kunci : mineralisasi, emas, ofiolit, ultrabasa

ABSTRACT

Indonesia has several ophiolite complexes such as Bobaris and Meratus Mountains in South Kalimantan, Tanah Grogot in East Kalimantan, Bombana in Southeast Sulawesi, and Cycloops Mountains in Papua. In these complexes, mineralization locally occurs and gold as well. It possibly related to ophiolite-associated gold mineralization. Mineralization in Indonesia ophiolite complex has not been understood since it has not been assessed intensively. Several Contract of Work used to be exist in these ophiolite complexes, therefore mineralization data gained from these areas become useful for assesment to get aplicable mineralization model. This review is aimed to get overview of ophiolite-associated gold mineralization in Indonesia.

Keywords : mineralization, gold, ophiolite, ultramafic

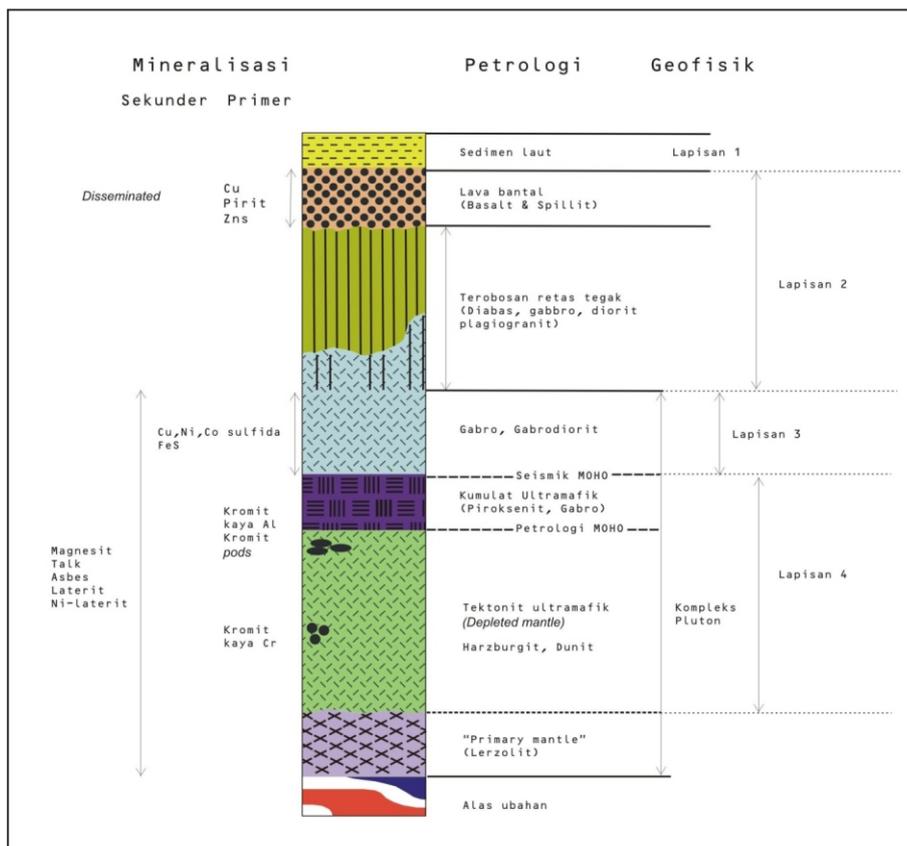
PENDAHULUAN

Pembentukan ofiolit telah lama menjadi perdebatan para ahli geologi. Sejak berkembangnya teori tektonik lempeng, pemahaman mengenai ofiolit menjadi semakin mudah dipahami. Ofiolit dikenal juga sebagai batu ular karena mirip dengan warna dan tekstur kulit ular. Sampai saat ini kebanyakan ahli geologi percaya bahwa batuan ofiolit merupakan fragmen dari kerak samudera yang terbentuk pada pematang tengah samudera (*mid-oceanic ridge*) dan bermigrasi ke zona subduksi di dalam sabuk lipatan batas benua oleh proses tumbukan dari lempeng litosfer sehingga terbentuk secara alokton (*allochthonous nature*). Ofiolit tersingkap secara luas di sepanjang lajur yang mengalami tektonisme kuat (Coleman, 1977). Pada umumnya ofiolit muncul pada barisan pegunungan hasil tumbukan (*collisional mountain range*), merupakan kumpulan dari endapan laut dalam, basalt, gabro dan batuan ultrabasa yang terbentuk dari kerak samudera dan terangkat ke dalam kerak benua oleh proses yang dikenal

sebagai subduksi. Menurut Monnier dkk (1999), runtunan ofiolit mulai dari urutan bawah ke atas (Gambar 1)

Alas batuan malihan (*metamorphic sole*) terbentuk di atas mélange dalam runtunan ideal dikenal juga sebagai batuan malihan sub-ofiolit. Kumpulan batuan malihan yang lengkap biasanya menunjukkan pengurangan derajat metamorfisme yang cenderung semakin menurun tajam dari fasies granulit sampai sekis hijau. Selubung Utama (*primary mantle*) dengan litologi berupa lertzolite yang merupakan magma dari selubung mantel.

Satuan Tektonit Ultrabasa, terdiri dari batuan ultramafik harzburgit, lherzolite, kromit dunit, dan piroksenit. Sebagian besar ofiolit disusun oleh batuan harzburgite yang miskin akan unsur aluminium. Namun pada beberapa kompleks ofiolit lainnya seperti lherzolite merupakan tipe batuan peridotit yang dominan. Dunit pada umumnya hadir sebagai lensa di dalam harzburgite atau lherzolite. Piroksenit terbentuk sebagai



Gambar 1. Kolom Runtunan Ofiolit Lengkap Menurut Moores (1982), Wilson (1992)

lapisan, lensa atau retas di dalam harzburgite atau lherzolite yang terlipat dan arahnya sejajar dengan arah perlipatan atau memotongnya seperti arah retas.

Satuan kumulat Ultrabasa dihasilkan oleh proses kristalisasi fraksional magma basa. Diawali dengan batuan dunit dan kromitit yang diikuti di atasnya oleh *interlayer wherlit*, olivin piroksenit dan piroksenit, berangsur menjadi batuan gabroik yang kaya dengan mineral plagioklas. Satuan ini diperkirakan berada tidak selaras di atas zona tektonik ultrabasa. Bagian dasar pada umumnya didominasi oleh fabric laminar dari olivin berkaitan dengan pertumbuhan dan pengendapan kristal kumulat. Satuan ini juga merupakan batas petrologi *Moho*, sementara batas seismik *Moho* berada pada batas atas.

Satuan Gabro – Gabrodiorit, merupakan bagian atas dari seksi kumulat ultrabasa, biasanya ditempati oleh sekuen batuan mafik sampai leukokratik (*leucocratic*). Karakter tekstur unit ini diindikasikan oleh mineral amfibol dan plagioklas yang sangat kasar sampai halus.

Satuan Terobosan Retas Tegak, juga dikenal sebagai *sheeted dykes complex* yang tegak lurus dengan satuan batuan yang menutupi di atasnya. Karena tidak semua kompleks ofiolit memiliki satuan batuan terobosan retas tegak ini, beberapa menunjukkan terdapat satuan batuan ekstrusi yang menumpuk secara langsung di atas batuan pluton.

Satuan Lava Bantal, ke atas dari kompleks ini terbentuk *sequen regular horizontal* dari lava masif, lava bantal, breksi dan tuff.

Satuan Sedimen Laut, yaitu suatu sekuen sedimen yang menunjukkan lingkungan antara abisal sampai batial diindikasikan oleh tipe endapan sedimenter berupa rijang-radiolaria, batugamping pelagik merah, endapan mengandung logam besi (*metaliferous*) merah-kuning dan breksi vulkanik.

Mineralisasi mineral logam dan mineral bukan logam dalam urutan di atas, terdiri dari mineral logam kromit, dan mineral logam sulfida seperti nikel, tembaga dan seng. Mineralisasi logam sulfida dalam lingkungan ofiolit ini juga ditemukan di beberapa tempat di Indonesia seperti di Bobaris Kalimantan Selatan. Sedangkan mineral bukan logam

terdapat di beberapa tempat di tanah air. Mungkin berbentuk magnetit, talk dan asbes. Mineralisasi emas tidak dijelaskan dalam urutan tersebut di atas. Namun mineralisasi emas dalam lingkungan ofiolit ditemukan di berbagai tempat di tanah air.

TINJAUAN UMUM EMAS DI DAERAH OFIOLIT

Mineralisasi emas dalam kompleks ofiolit telah lama diperbincangkan dan dipertanyakan oleh para ahli geologi. Buisson dan Leblanc (1986) menyatakan bahwa mineralisasi emas dalam batuan ultrabasa bisa ditemukan pada jalur Archean Greenstone Belt. Dalam batuan ultrabasa tersebut ditemukan mineral ubahan antara lain ubahan karbonat (*carbonate alteration*), metasomatisme kalium-natrium (K-Na metasomatism), gerusan dan mineralisasi sulfida (*shearing and sulphide mineralization*). Fenomena alterasi dan mineralisasi yang sama dapat ditemui dalam kompleks ofiolit dengan keterjadian emas pada batuan ultrabasa yang terkarbonatisasi.

Ahli Geologi Uni Sovyet melakukan penelitian di Pegunungan Alpen pada batuan ultrabasa yang mengalami ubahan karbonatisasi menjadi batuan karbonat yang disebut liswanit. Pada umumnya batuan karbonat tersebut terbentuk dari Mg-Fe-Ca karbonat, dan kuarsa yang berasosiasi dengan serpentin, talk, Mg-klorit, fuchsite (Cr-muscovite), dan mineral bijih logam seperti hematit, magnetit, sulfida Fe-Ni atau Fe-Cu dan sisa krom – spinel. Lensa liswanit umumnya terletak di sepanjang kontak tektonik dan zona batuan karbonat-talk dalam ultrabasa terserpentinisasi. Untuk menyusun model mineralisasi emas liswanit (*genetic model for gold-bearing liswanites*). Buisson dan Leblanc (1986) menyelidiki endapan emas di Komplek Ofiolit Liguaria di Italia, kompleks ultrabasa di paparan Saudi Arabia, dan Ofiolit Bou Azzer di Maroko Afrika Utara.

Dari mineralisasi emas yang terdapat pada batuan ultrabasa di Komplek Ofiolit Liguaria di Italia, kompleks ultrabasa di paparan Saudi Arabia, dan Ofiolit Bou Azzer di Maroko Afrika Utara, diketahui bahwa sebaran mineralisasi emas sangat acak dalam batuan ubahan liswanit berbentuk lensa. Sebagian besar dari hasil

analisis dari percontohan batuan memperlihatkan ciri yang sama yakni mengandung emas antara 0,02 sampai dengan 0,1 ppm. Kadar emas pada batuan liswanit menunjukkan pengayaan antara 5 sampai dengan 20 kali dari harga kandungan emas rata-rata dalam batuan ultrabasa (2 – 10 ppb). Demikian juga hasil dari contoh batuan samping liswanit, memperlihatkan hubungan positif antara unsur emas dengan arsen. Selain As, unsur Ba, Sb, B, Bi, Ag, Cu juga berasosiasi dengan kadar emas tinggi sehingga dapat digunakan untuk petunjuk zona mineralisasi.

Konsentrasi emas dalam liswanit berhubungan dengan sulfida dan arsen yang diangkut oleh sisa larutan hidrotermal yang mengandung belerang. Lensa liswanit terbentuk pada tahap akhir dari kegiatan tektonik berupa serpentinisasi batuan peridotit mantel, yang merupakan bagian dari sekuen batuan ofiolit.

Dari hasil kajian dari ketiga lokasi mineralisasi emas tersebut diatas, Buisson dan Leblanc (1986) mengusulkan *genetic model for gold-bearing listwaenites* (Gambar 2) yang menjelaskan bahwa ;

Liswanit adalah batuan karbonat dalam ultrabasa dari ofiolit yang merupakan areal sasaran eksplorasi emas. Genesa mineralisasi emas dan mineral ubahan yang terjadi serupa dengan yang ditemukan pada batuan karbonatit di jalur ultrabasa berumur Archean.

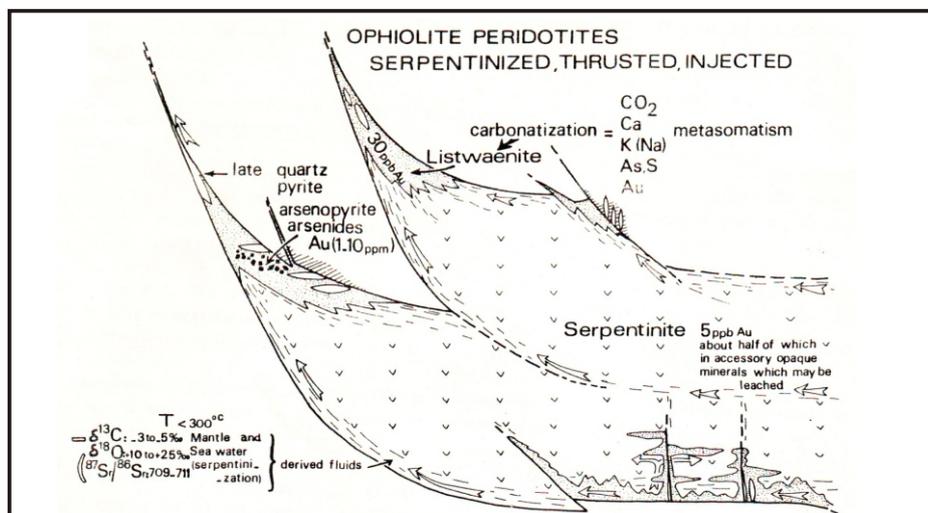
Sumber utama emas yang berasosiasi dengan mineral sulfida, kromit, magnetit adalah batuan ultrabasa yang terserpentinisasi. Kadar emas ekonomis terdapat pada urat kuarsa yang mengandung pirit, kadar unsur arsen yang tinggi.

Model genetik mineralisasi emas liswanit dalam skala besar berupa sistem hidrotermal terjadi pada akhir dari *tectonic emplacement* dan serpentinisasi dari ultrabasa, Au diperkaya oleh mineral opak dan diangkut dalam larutan *thio-arsenic* (CO₂-S-As-Cl-Na-K-B) yang berhubungan dengan proses serpentinisasi. Kontak tektonik berperan sebagai saluran dari larutan hidrotermal dalam proses karbonatisasi.

KETERDAPATAN EMAS PADA BEBERAPA KOMPLEK OFIOLIT DI INDONESIA

1. Komplek Ofiolit Meratus

Pegunungan Meratus dan Bobaris, terletak di Kalimantan Selatan dan memanjang ke arah utara hingga Kalimantan Timur. Batuan ofiolit Meratus-Bobaris termasuk tipe dari Komplek ofiolit yang lengkap menurut sekuen ofiolit ideal. Sabuk ofiolit ini berlanjut kearah barat daya menembus Jawa bagian tengah (Karang Sambung) dan memiliki hubungan dengan batuan ultrabasa yang berada di pulau

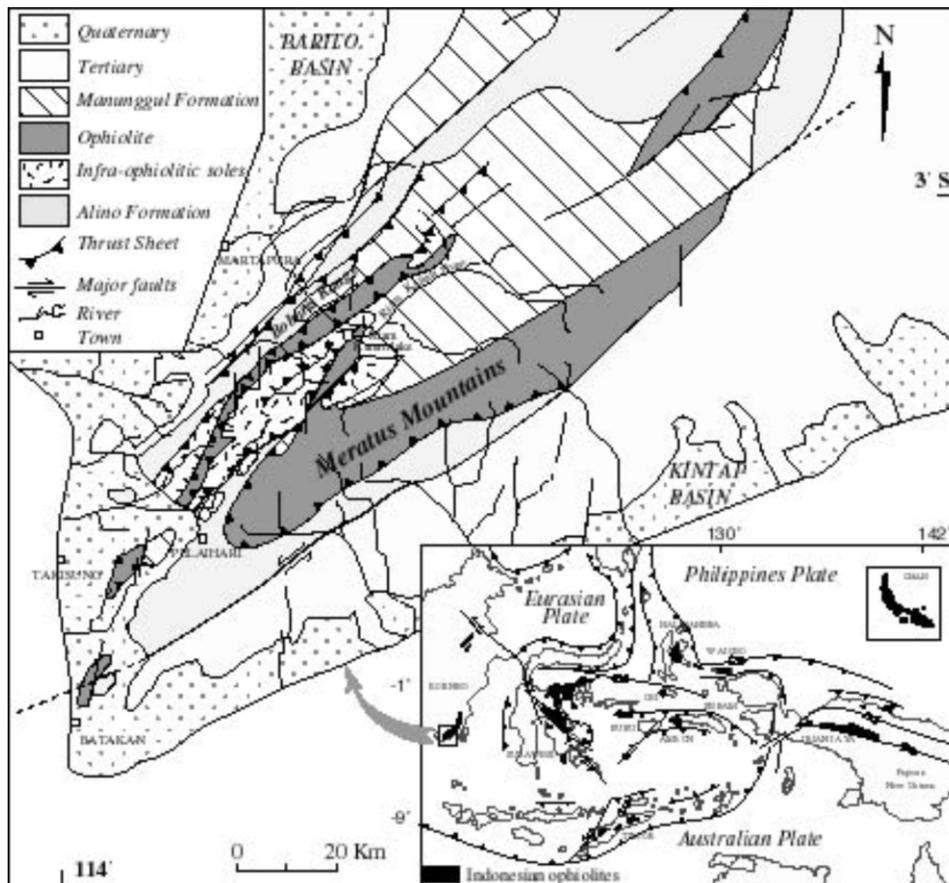


Gambar 2. Model genetik mineralisasi emas dalam kompleks ofiolit

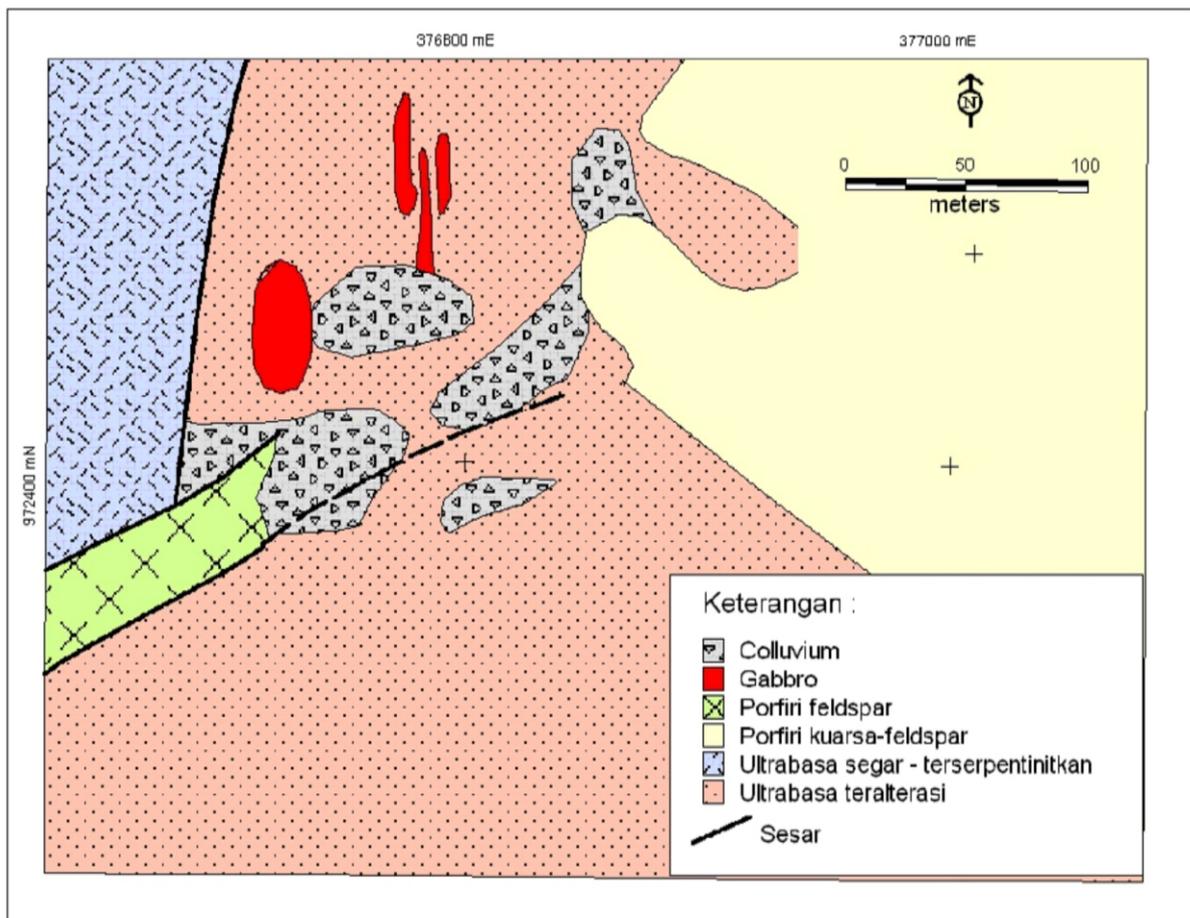
Sumatera. Di Pulau Laut yang ditempati oleh peridotit dan satuan gabro secara tidak selaras ditutupi oleh konglomerat. Batuan peridotit diterobos oleh batuan gabro dan diorit dalam bentuk retas. Batuan sedimen yang tersingkap di Pegunungan Meratus terdiri dari Formasi Alino yang tersusun dari seri batuan vulkaniklastik berupa aliran lava, intrusi, breksi vulkanik *graywackes* dan tufa; Komplek Ophiolit yang tersusun oleh harzburgite, piroksenit, werlit, websterit, dunit, gabro, dan gabrodiorit. Secara setempat batuan ultrabasa mengalami serpentinisasi. Alas ubahan dari batuan ultrabasa diatas berupa sekis kristalin. Satuan ini memiliki hubungan sesar naik (*overthrust*) di atas Formasi Alino; dan Formasi Manunggal yang tersusun oleh batuan vulkanogenik, yang diendapkan setelah terjadinya anjakan ophiolit. Batuan ophiolit dan Formasi Manunggal diterobos oleh korok basal, andesitik, dan sejumlah intrusi gabroik, dioritik dan granitik (Gambar 3).

Berdasarkan hasil kompilasi dan pengamatan di lapangan, di pegunungan Bobaris dan pegunungan Meratus banyak terdapat indikasi mineralisasi emas yang terkait dengan batuan ophiolit yang diantaranya tersebar di Kabupaten Banjar, Tanah Laut, Banjarbaru dan Kotabaru. Sebagian besar berupa endapan letakan (*placer*) di Pamali, Riam Kanan, Sungai Besar, Sungai Kalaan, Sungai Tambanio berupa endapan kuartar yang berasosiasi dengan batuan terobosan basa – ultrabasa berupa dunit teralterasi dan peridotit.

Di dusun Kematang Kecil, Buluh Kuning, Kotabaru Kalimantan Selatan, ditempati peridotit dan dunit yang diterobos oleh retas gabro/diabas (Gambar 4). Kuarsa felspar porfiri, secara tektonik menempati bagian timur dari satuan batuan ultrabasa sedangkan felspar porfiri berada di bagian selatan Kematang Kecil. Batuan ultrabasa tersebut telah tersilisifikasi, karbonatisasi, terbreksikan dengan urat-urat kuarsa yang



Gambar 3. Geodinamika Kalimantan Bagian Tenggara (Priyomarsono, 1984 dalam Monnier, 1999)



Gambar 4. Peta Geologi Kematang Kecil, Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan (PT Meratus Sumber Mas, 1995)

membentuk stockwork . Mineralisasi emas muncul pada batuan ultrabasa yang teralterasi, pada dyke diabas dan pada kontak kuarsa felspar porfiri dengan batuan ultrabasa yang teralterasi. Mineralisasi emas juga muncul dalam urat-urat kuarsa dan pada dinding dalam felspar porfiri. Di bagian barat, terdapat batuan ultrabasa yang terserpentinisasi sebagai batuan dasar dan kontak sesar dengan batuan gabro/diabase (batuan terobosan). Di bagian timur tersusun oleh kuarsa felspar porfiri yang mengalami mineralisasi dengan ubahan serpertinisasi, talk, propilitik, silisifikasi, dan phyllic dan mineralisasi emas dengan kadar Au 1,32 - 4,23 gr/t (PT Meratus Sumber Mas, 1995).

Di Miing, Teluk Kepayang, Kotabaru, ditemukan mineralisasi emas dan tembaga yang berasosiasi dengan pirit dan kalkopirit, kadar Au antara 0,1-17,26 gr/t, dan Cu antara 03 - 0,72 gr/t. Daerah Sampanahan menempati bagian tengah dari Pegunungan

Meratus, yang terbentuk oleh penyusupan lempeng dan tumbukan busur kontinen pada zaman kapur yang ditempati oleh peridotit, piroksenit, harzburgit, dunit dan gabbro. Serpentinisasi yang kuat muncul dekat struktur-struktur regional dan tubuh-tubuh batuan terobosan. Dalam skala regional, seluruh batuan diatas diterobos oleh oleh batuan yang berkomposisi diorit-granit yang muncul sebagai kolom-kolom dan retas-retas memanjang yang berhubungan erat dengan struktur regional, berumur berumur Kapur Muda atau Tersier Awal. (PT Scorpion Sampanahan, 2001).

Di Gunung Melati, Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, ditemukan emas berasosiasi dengan peridotit terserpentinikan, gabro, sekis talk klorit, sekis mafic, diorit diterobos andesit porfiritik dengan mineralisasi emas dalam bentuk urat kuarsa. Sumberdaya tereka diperkirakan

mencapai 377.500 ton dengan kadar Au 2,5 - 4 gr/t. Selain itu, di daerah mineralisasi emas, di daerah Gunung Melati juga ditemukan anomali unsur platinum (Pt) dengan kadar diatas 0,1 ppm dengan panjang zona anomali mencapai 1,5 km. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil analisis contoh tanah dari bor tangan (*hand auger*) pada kedalaman antara 0 - 4 meter. Anomali platinum terdapat dalam laterit hasil pelapukan batuan serpentinisasi. Bila unsur platinum berkadar lebih dari 0,1 ppm diperbandingkan dengan unsur Pd, diperoleh rasio 1 : 1,2. Ini menunjukkan bahwa anomali platinum merupakan hasil dari pengkayaan supergen yang terbatas pada laterit pelapukan ultrabasa. Unsur emas dalam laterit ini dilaporkan sangat rendah (*Third Relinquishment Report for The Pelaihari Contract of Work Area November, 1991*).

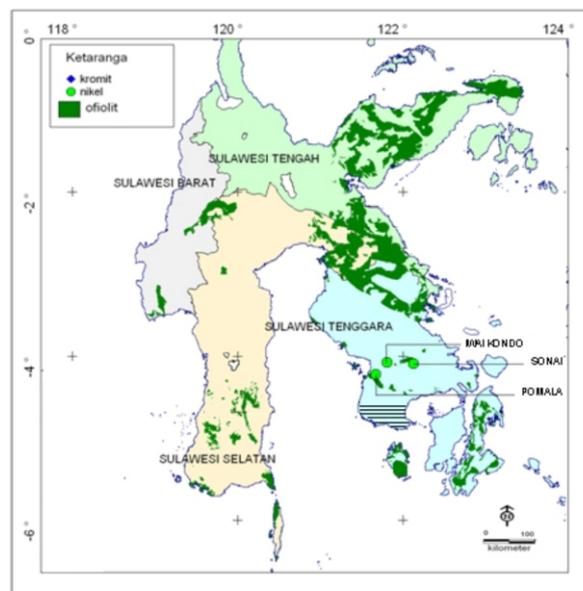
2. Bombana

Secara administratif, Bombana berada wilayah Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Daerah penyelidikan meliputi Kecamatan Poleang Utara, Kecamatan Rarowatu dan Kecamatan Rarowatu Utara, Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara (Gambar 5). Secara tektonik terletak di selatan sabuk Ofiolit Sulawesi Timur.

Hasil penyelidikan Pusat Sumber Daya

Geologi (2010) menunjukkan bahwa emas primer terdapat pada satuan batuan sekis yang mengalami pemineralan berupa urat-urat kuarsa yang mengisi rekahan atau rongga-rongga penjajaran (foliasi) mineral pada satuan batuan sekis, sehingga mengubah batuan menjadi tersilisifikasi. Mineral-mineral kuarsa yang mengisi rekahan atau rongga-rongga membentuk struktur *cockade*, *vuggy* dan *dog teeth* (Gambar 6).

Secara regional, Bombana terletak disebelah selatan Sabuk Ofiolit Sulawesi Timur tersusun oleh batuan basa, ultrabasa, batuan sedimen pelagik, dan melange pada beberapa tempat. Batuan ultrabasa mendominasi pada lengan tenggara pulau Sulawesi, sementara batuan basa dominan pada bagian utara terutama sepanjang pantai utara dari lengan timur. Runtunan batuan ofiolit lengkap ditemukan pada lengan timur yang terdiri dari batuan ultrabasa, basa, lava bantal dan sedimen pelagik yang didominasi oleh batugamping laut dalam dan interkalasi rijang berlapis. Sabuk Ofiolit ini sudah mulai terbentuk selama tumbukan jaman Kapur. Kolisi pada jaman Neogen terjadi antara benua mikro Banggai-Sula, Tukangbesi-Buton dan Mekongga dengan sabuk metamorf Sulawesi bagian tengah dan Sabuk Ofiolit Sulawesi Timur, dimana lempeng mikro



Gambar 5. Peta Sebaran Ofiolit pulau Sulawesi dan lokasi keterdapat mineralisasi emas di Bombana, Sulawesi Tenggara



Gambar 6. Contoh batuan batuan sekis yang mengalami tersilifikasi kuat (Laporan Tahunan Pusat Sumber Daya Geologi 2010)

benua menyusup dibawah sabuk ofiolit dan daerah tumbukan (batuan dasar metamorf). Di sabuk Timur Sulawesi, batuan ofiolit ini sangat penting dalam pengembangan industri pertambangan, dengan terdapat Tambang Nikel Soroako. Antara Bombana dan Sabuk ini terdapat singkapan batuan ultrabasa yang merupakan bagian dari dari sabuk Timur Sulawesi seperti Tambang Pomala yang merupakan lokasi penambangan Ferronikel. Dari posisi geografis dan umur, maka sekis yang mengandung emas di Bombana, penulis perkirakan bahwa sekis tersebut merupakan batuan dasar dari ofiolit Sulawesi Timur.

3. Sentani Jayapura

Secara geologi, Daerah Danau sentani terletak dalam kompleks Cycloops yang tersusun oleh batuan Kelompok Malihan Cycloops, Satuan Batuan Ultramafik, Satuan Batuan Mafik, Formasi Auwewa, Formasi Nubai, Formasi Makats, Formasi Aurumi, Formasi Unk, Formasi Jayapura, Endapan Kipas Aluvial dan Endapan Aluvial. Struktur geologi antiklin, sinklin, sesar normal, sesar naik dan sesar mendatar. Arah umum struktur regional pada batuan sedimen berarah barat laut tenggara, beberapa hampir mendekati barat barat laut, timur tenggara dan utara barat laut, selatan tenggara terutama pada batuan Tersier. Struktur timurlaut - barat baratlaut terdapat

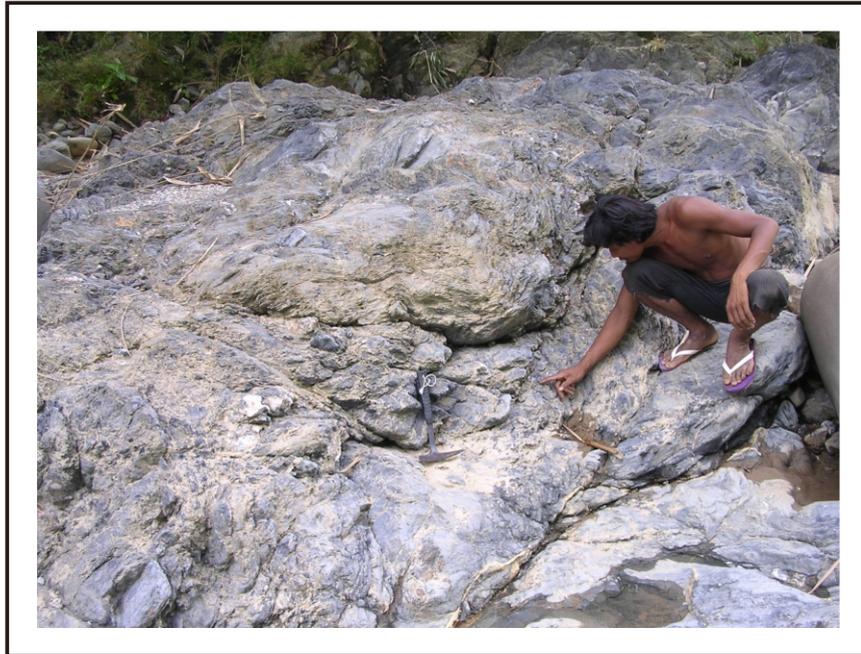
pada batuan malihan dan ultrabasa, sedangkan yang hampir utara selatan pada batugamping Kuartar dan juga batuan malihan. Di sekitar Sentani ditemukan pertambangan emas tanpa izin di Bumi Perkemahan dan Koya Koso. PETI di Bumi Perkemahan terdapat di dalam endapan koluvial berukuran pasir – kerakal, bagian atas didominasi lempung – pasir halus, berketebalan 3 m hingga lebih dari 10 m, mengandung fragmen kuarsa yang melimpah (20 %) serta fragmen batuan ultramafik (5 %), metamorfik (5 %) dan urat kuarsa (10 %) dengan kadar emas sekunder sebesar 45 mgr/m³. Di jalan raya menuju lokasi PETI Bumi Perkemahan dijumpai singkapan endapan talk yang berbentuk lensa kecil atau urat (?) dalam batuan sekis, dan terlihat jelas berada disekitar kontak dengan batuan ultramafik. PETI di Koya Koso terdapat di dalam endapan koluvial berwarna kelabu kemerahan, berukuran lempung – bongkah, berketebalan 1 – 4 m, mengandung fragmen batuan ultramafik (5 %), metamorfik (5 %), batugamping (3 %) dan urat kuarsa (5 %), 7,5 mgr/m³.

4. Desa Kebutuh Duwur

Di desa Kebutuh Duwur, Kabupaten banjar negara ditemukan penambangan emas tanpa izin. Butiran emas ditemukan pada batuan ultrabasa (dunit) yang telah

terubah/alterasi dengan mineral ubahan terdiri serpentinisasi dan karbonatisasi dapat diamati pada batuan ultrabasa, yang ditroboh urat kuarsa pirit, arsenopirit dan malakit (Widodo, dkk., 1999). Pada saat

ditinjau ke lokasi PETI Kebutuh Duwur , ditambang pada batuan ultrabasa ditemukan urat-urat kuarsa dan karbonat yang disertai mineral bijih pirit



Gambar 7. Urat karbonat dan urat kuarsa pada batuan ultrabasa di Kebutuh Duwur



Gambar 8. Foto kegiatan pendulangan oleh masyarakat di Kebutuh Duwur

PENUTUP

Hasil tinjauan Komplek ofiolit di Indonesia seperti di pegunungan Meratus, Sulawesi Timur dan Papua, atas terdapatnya penambangan emas tanpa izin dan hasil eksplorasi emas di daerah tersebut, sukar untuk diterapkan model genetik dengan tepat karena data dukung data sangat minim terutama data tentang batuan ubahan karbonatit (liswanit) yang mengandung emas. Namun dengan pendekatan model tersebut, diketahui bahwa mineralisasi emas dalam batuan ofiolit di Indonesia sangat menarik untuk dibahas. Kemungkinan ditemukan endapan emas dalam Komplek ofiolit juga mungkin pada masa depan. Untuk Pegunungan Meratus dan Bobaris yang merupakan sabuk Komplek ofiolit lengkap seperti pada sekuen ofiolit, ditemukan mineralisasi emas. Mineralisasi emas di Pegunungan Meratus, berkaitan dengan terobosan batuan yang lebih muda. Sambungan sabuk ini ke arah barat daya hingga di Jawa Tengah terdapat mineralisasi emas yang berasosiasi dengan ubahan karbonatit. Di Daerah Papua, banyak

ditemukan emas dalam batuan ofiolit. dari seluruh areal ofiolit yang terdapat indikasi emas, umumnya berada pada jalur tektonik yang kuat dalam bentuk patahan, sesar naik, kekar dan bidang penjarangan sehingga larutan sisa dapat memasukinya.

Dari penjelasan diatas, ada kemungkinan mineralisasi emas di dalam Komplek ofiolit di Indonesia berkaitan dengan mineralisasi karbonatit yang merupakan pembawa mineralisasi emas. Untuk itu diperlukan evaluasi kembali daerah mineralisasi emas dalam Komplek ofiolit di Indonesia karena dalam wilayah tersebut banyak ditemukan endapan emas baik dari PETI maupun dari KK Pertambangan umum dalam rangka pemahaman mineralisasi emas dalam Komplek ofiolit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan buat rekan-rekan Pusat Sumber Daya Geologi yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2010. Laporan Tahunan Inventarisasi, Penyelidikan dan Konservasi Sumber Daya Geologi 2009, publikasi Pusat Sumber Daya Geologi 2009.
- Anonim, 2001. Laporan Eksplorasi untuk Kontrak Karya Kode Wilayah 99 PK 0150, Kalimantan Selatan, PT Scorpion Sampanahan Mineral, 2001.
- Anonim, 1995. *Report on First Year of Feasibility Study Period*. PT Meratus Sumber Mas, 1995 (tidak dipublikasikan)
- Anonim, 1991. *Third Relinquishment Report for The Pelaihari Contract of Work Area*, PT Pelaihari Mas Utama, 1991
- Buisson G and Leblanc M, 1986. *Gold bearing listwanit (carbonatized ultramafic rocks) from ophiolite complex*, Ophiolite Confrence, Glasgow, England.
- Coleman Robert G., 1977. *Ophiolites, Ancient Oceanic Litosphere?*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Monnier C., Plolve M., Pubellier M., Maury R.C., Bellon H and Permana H., 1999. *Extensional to Compressive at the SE Eurasian Margins as Record from the Meratus Ophiolite (Borneo, Indonesia)*, Geodinamica Acta, 12, 43 55.

Diterima tanggal 22 Maret 2012
Revisi tanggal 6 Mei 2012

**PENGEMBANGAN KAWASAN INOVASI BAUKSIT
SEBAGAI PUSAT UNGGULAN
DALAM RANGKA MENDUKUNG PONTIANAK SEBAGAI
PUSAT PERTUMBUHAN EKONOMI DALAM KORIDOR 3 MP3EI**

Oleh:

Ridwan Saleh

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jl. Jenderal Sudirman 623 Bandung

SARI

Salah satu program prioritas dalam mendukung pelaksanaan program-program, dan memecahkan masalah koridor dalam Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) adalah penguatan lembaga dan pelaksanaan riset di masing-masing koridor, serta memperkuat kemampuan inovasi untuk peningkatan daya saing kegiatan ekonomi utama, melalui pengembangan pusat unggulan (*Center of Excellence*).

Berdasarkan potensi sumberdaya dan cadangan bauksit serta potensi pengembangannya, dikaitkan dengan potensi daya dukung serta permasalahan daerah, selanjutnya dirumuskan konsep Pengembangan *Center of Excellence* dengan nama Kawasan Inovasi Bauksit, dengan fokus bidang prioritas pada kegiatan penelitian dan pengembangan bauksit. Pihak yang terlibat dalam organisasi tersebut adalah pemerintah Provinsi Kalimantan Barat atau Kabupaten Sanggau dan Kabupaten Mempawah sebagai regulator, fasilitator dan katalisator, pelaku usaha/industri sebagai pengguna hasil invensi, yaitu PT Antam (persero) Tbk. dan sektor ekonomi terkait lainnya, lembaga litbang yang dapat berdiri sendiri atau berkolaborasi antara litbang daerah dan litbang pusat, serta Perguruan Tinggi di Kalimantan Barat yang ditunjuk sebagai mitra.

Kata Kunci : MP3EI, inovasi, kawasan, pusat unggulan iptek

ABSTRACT

One of the priority programs in supporting of the implementation and solving problems in the MP3EI corridor is strengthening R & D institutions and research implementation in each corridor, and to strengthen the ability of innovation to increase competitiveness of key economic activities, through the development of center of excellence.

Based on the potential resources and reserves of bauxite and its development potential, associated with a potential carrying capacity and regional issues, further the concept of center of excellence formulated by the name of Innovation Zone of Bauxite, with a focus on priority areas of research and development of bauxite. The parties involved in the organization are the government of West Kalimantan Province or District Sanggau and District Mempawah as regulator, facilitator and catalyst, the business / industry as users of the invention, namely PT Antam (Persero) Tbk. and other related economic sectors, R & D institutions that can stand alone or in collaboration between the Regional and National R & D Center, and Universities in West Kalimantan which are designated as partners.

Keywords: MP3EI, innovations, regions, science and technology center of excellence

PENDAHULUAN

Salah satu dari tiga strategi utama (pilar utama) dalam Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) adalah pengembangan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi yang bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan aglomerasi, menggali potensi dan keunggulan daerah, serta memperbaiki ketimpangan spasial pembangunan ekonomi Indonesia (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011).

Pendekatan ini pada intinya merupakan integrasi dari pendekatan sektoral dan regional, dimana pengembangan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dilakukan dengan mengembangkan klaster industri terintegrasi dengan pengembangan sektor ekonomi lainnya di daerah, dalam suatu Kawasan Industri atau Kawasan Ekonomi Khusus/KEK (Direktorat Pengembangan Fasilitas Industri Wilayah III, 2012).

Konsep Kawasan Industri, sejak dicanangkan tahun 1970 sampai sekarang, dikelompokkan ke dalam 2 periode yakni generasi pertama (tahun 1970 – 1989) dan generasi kedua (tahun 1989 s/d sekarang). Konsep generasi kedua merupakan pengembangan dari konsep generasi pertama, karena dianggap pada generasi ini masih banyak kelemahan dan kekurangan. Selanjutnya dalam konsep generasi kedua masih dapat diidentifikasi beberapa kelemahan dan kekurangan, sehingga ke depan (generasi ketiga), perlu adanya perbaikan-perbaikan pada beberapa karakteristik kawasan industri.

Jenis produk/komoditas dalam konsep Pengembangan Kawasan Industri generasi kesatu dan kedua, beraneka ragam dan tidak spesifik, namun dalam konsep generasi ketiga, karakteristik produk harus spesifik dan berbasis pada Kompetensi Inti Industri Daerah (KIID), serta memiliki pohon industri yang akan dikembangkan. Demikian pula aspek penelitian dan pengembangan (litbang), pada generasi kesatu dan kedua, kawasan industri tidak dilengkapi dengan pusat-pusat litbang, walaupun ada, baru dilakukan oleh masing-masing perusahaan secara individu. Pada generasi ketiga, kawasan industri perlu dilengkapi dengan pusat penelitian dan pengembangan.

Sejalan dengan konsep di atas, dalam MP3EI Fase 1, 2011 – 2015 tentang implementasi *Quick Wins*, salah satu program yang akan dilaksanakan dalam rangka mendukung pelaksanaan program-program dan memecahkan masalah koridor adalah penguatan lembaga litbang dan pelaksanaan litbang di masing-masing koridor, dan selanjutnya pada Fase 2 (memperkuat basis ekonomi & investasi), salah satu program prioritasnya adalah memperkuat kemampuan inovasi untuk peningkatan daya saing kegiatan ekonomi utama MP3EI.

Program penguatan lembaga litbang (Fase 1) dan program penguatan kemampuan inovasi (Fase 2) dapat dicapai antara lain melalui pengembangan pusat unggulan iptek, sebagaimana dinyatakan di dalam Jakstranas Iptek 2010-2014 yaitu “untuk melaksanakan kebijakan peningkatan kapasitas dan kapabilitas kelembagaan litbang perlu dikembangkan Pusat Unggulan Iptek (*Center Of Excellence*) pada bidang yang spesifik yang bertaraf nasional dan internasional melalui restrukturisasi program, kelembagaan dan manajemen” (Kementerian Riset dan Teknologi, 2010).

Selanjutnya, dalam Pedoman Pengembangan Pusat Unggulan Iptek (Kementerian Riset dan Teknologi, 2012) dinyatakan bahwa pengembangan Pusat Unggulan Iptek bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kapabilitas lembaga litbang (kelembagaan, sumberdaya dan jaringan iptek) menjadi bertaraf internasional dalam bidang prioritas spesifik agar terjadi peningkatan relevansi dan produktivitas serta pendayagunaan iptek dalam sektor produksi untuk menumbuhkan perekonomian nasional dan berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Pusat Unggulan Iptek yang dimaksud di sini adalah suatu organisasi baik berdiri sendiri maupun berkolaborasi dengan organisasi lainnya (konsorsium) yang melaksanakan kegiatan-kegiatan riset bertaraf nasional dan internasional pada bidang spesifik secara multi dan interdisiplin dengan standar hasil yang sangat tinggi serta relevan dengan kebutuhan pengguna iptek.

Bidang prioritas dimaksud adalah bidang yang menjadi fokus riset unggulan, sedangkan spesifik yang dimaksud disini adalah bahwa kegiatan yang dilakukan oleh pusat unggulan tidak bersifat umum, namun harus menjurus ke fokus bidang tertentu (tema), contohnya pada bidang kesehatan: pusat unggulan berfokus pada biologi molekuler, bioteknologi, atau lainnya. Unsur fokus pada bidang spesifik selain memberikan identitas (nama) yang jelas juga menjadi salah satu unsur yang sangat penting agar pusat unggulan tersebut dapat dibandingkan dengan pusat sejenis lainnya (Kementerian Riset dan Teknologi, 2012).

Terkait dengan tema yang dibahas, maka dalam rangka mendukung Kota Pontianak sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dalam koridor 3 MP3EI, perlu dikembangkan program penguatan lembaga litbang dan program penguatan kemampuan inovasi melalui pengembangan Pusat Unggulan Iptek pada bidang prioritas spesifik sebagaimana dijelaskan di dalam Pedoman Pengembangan Pusat Unggulan Iptek.

Tujuan tulisan ini adalah merumuskan konsep Pengembangan Center of Excellence dalam rangka mendukung implementasi Kota Pontianak sebagai Pusat Pertumbuhan Ekonomi dengan kegiatan ekonomi utama pengolahan bauksit/alumina. Kegiatan ini meliputi langkah-langkah pengumpulan, pengolahan dan analisis data, dalam rangka mengidentifikasi potensi, prospek dan permasalahan pengembangan bauksit di Provinsi Kalimantan Barat, menyusun alternatif pengembangan organisasi, serta menyusun alternatif program dan kegiatan prioritas *Center of Excellence*.

METODOLOGI

Mengingat bidang spesifik yang akan dijadikan fokus kegiatan Pusat Unggulan Iptek adalah jenis mineral bauksit, maka tahap-tahap kegiatan akan terdiri dari :

- Identifikasi potensi, prospek dan permasalahan pengembangan bauksit di Provinsi Kalimantan Barat;
- Penyusunan alternatif pengembangan kelembagaan (organisasi) Pusat Unggulan:

Untuk melaksanakan tahap-tahap tersebut, maka kegiatan penelitian akan mencakup langkah-langkah pengumpulan, pengolahan dan analisis data.

Data yang dikumpulkan dalam pengkajian ini adalah data primer dan data sekunder, baik bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Data diperoleh melalui pengamatan dan pencatatan secara langsung di beberapa lokasi untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan pengembangan bauksit. Pemilihan lokasi ditentukan dengan sengaja (*purposive*), yaitu di Kota Pontianak, Kabupaten Sanggau dan Kabupaten Mempawah.

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis dengan dua cara yaitu secara kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar setelah melalui proses tabulasi data. Data serta informasi yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan program *Microsoft Excel 2007*, sedangkan data kualitatif diolah dan dianalisis dengan menggunakan metoda deskriptif.

HASIL

Potensi, prospek dan permasalahan pengembangan bauksit

Indonesia memiliki sumber daya bauksit sebanyak 726.585.010 juta ton bijih, dan cadangan 111.791.676 juta ton bijih (Saba, 2011). Pada tahun 2010, produksi bauksit Indonesia sebesar 10,28 juta ton atau 4,5% dari total produksi dunia sebesar 229 juta ton (USGS, 2012). Hingga saat ini, seluruh produksinya di ekspor ke luar negeri (Jepang) karena Indonesia belum memiliki industri pengolahan alumina. Padahal, Indonesia telah memiliki industri pengolahan aluminium yaitu PT. Inalum di Sumatera Utara, yang merupakan satu-satunya *smelter* di Asia Tenggara. Perusahaan ini merupakan *Joint Venture Company* antara Indonesia 41,12%, dan Japanese Consortium Nippon Asahan Aluminium Co. 58,88%, dengan kapasitas 255.000 ton,

dimana sebagian besar hasil produksinya (60%) diekspor ke Jepang dan 40 % untuk kebutuhan dalam negeri (Ilham, 2012), sedangkan alumina yang digunakan sebagai bahan baku seluruhnya diimpor dari Australia.

Terbitnya Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 (UU 4/2009) tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Permen ESDM) No. 07 Tahun 2012, tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral, merupakan momentum yang sangat baik untuk menghentikan ekspor bijih bauksit dan mengolahnya menjadi alumina di dalam negeri, untuk selanjutnya diarahkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku alumina industri pengolahan aluminium PT. Inalum.

Dilihat dari perkembangan pemasaran internasional, aluminium mempunyai prospek yang cukup menjanjikan. Diproyeksikan pada tahun 2020, konsumsi aluminium dunia diperkirakan akan mencapai 81,09 juta ton, sedangkan produksinya diperkirakan sebesar 77,23 juta ton, artinya bahwa dunia akan mengalami kekurangan pasokan sebesar 3,76 juta ton (Suseno, 2012). Selanjutnya dalam buku "Kajian Pasar Mineral dan Usulan Strategi Eksplorasi Sumberdaya Mineral di Indonesia", dinyatakan bahwa potensi pasar

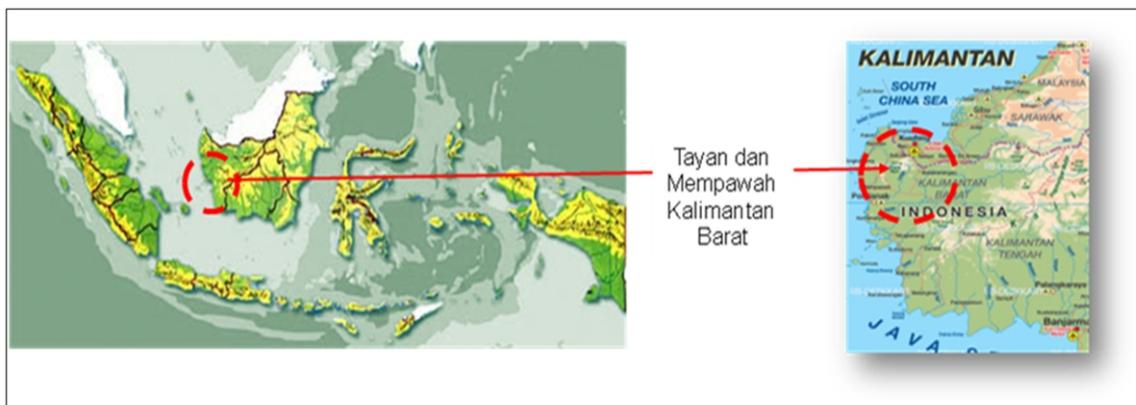
bauksit cukup tinggi dan termasuk dalam kelompok Kapasitas Pasar Tinggi dengan nilai pasar di atas US\$ 1 miliar, yakni sebesar US\$ 5.130 miliar pada tahun 2006 (Ishlah, 2010).

Hal ini menjadi peluang pasar bagi produk alumina Indonesia apabila pengembangan pabrik pengolahan bauksit *smelter grade alumina* (SGA) yang direncanakan akan dibangun di Provinsi Kalimantan Barat oleh PT. Antam Tbk. ini dapat terlaksana. Lokasi dan tahap pembangunan pabrik *chemical grade alumina* (CGA) ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.

Dilihat dari aspek peningkatan nilai tambah maka pengolahan bijih bauksit menjadi alumina dan pengolahan alumina menjadi aluminium cukup menguntungkan, seperti ilustrasi di bawah ini:

Untuk menghasilkan 1 ton alumina diperlukan bahan baku dan bahan penolong sebagai berikut :

- a. Bauksit 2 ton seharga US\$26,00/ton (Antam, 2010);
- b. Soda kustik (*caustic soda*) 0,12 ton seharga US\$850/ton;
- c. Energi listrik, 260 kWh, harga listrik US\$0,06/kWh;
- d. Tenaga kerja langsung = US\$5,70/jam;
- e. Harga alumina per ton = US\$455 per ton;



Gambar 1. Lokasi rencana pabrik CGA dan SGA di Tayan dan Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat (PT. Antam, 2009)



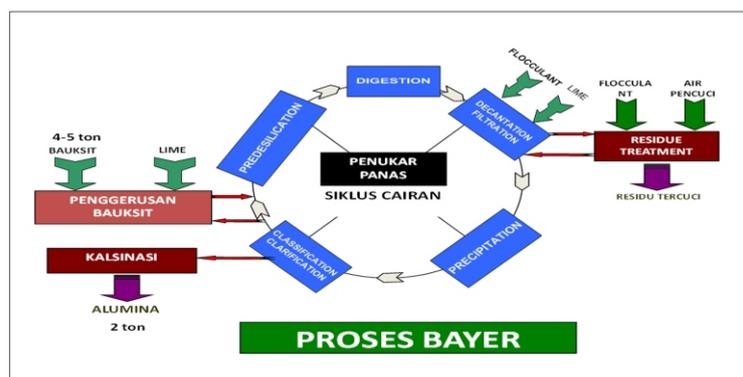
Gambar 2. Pembangunan pabrik CGA tahap konstruksi di Tayan (PT.Antam, 2009)

Selanjutnya, untuk menghasilkan 1 ton aluminium, diperlukan bahan baku dan bahan penolong sebagai berikut :

- a. Alumina 2 ton;
- b. Energy listrik 14.000 KWh, harga per KWh US\$0,06;
- c. Pitch dan kokas (coke) = 0,45 ton;
- d. Harga aluminium US\$3.620 per ton.

Secara lengkap, besarnya nilai tambah yang dihasilkan dari pengolahan bauksit menjadi alumina dan kemudian menjadi aluminium dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan metode pengolahan bauksit dengan teknologi BAYER dapat dilihat pada Gambar 3.

Rencana PT. Antam (Persero) Tbk. membangun pabrik pengolahan bauksit SGA dan CGA akan berdampak terhadap kegiatan ekonomi di sektor hulu dan hilirnya. Pabrik CGA yang akan dibangun di Tayan, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat, dengan kapasitas produksi 300 ribu ton alumina per tahun akan memerlukan; bauksit yang diperkirakan mencapai 720.000 ton/tahun, soda kustik 27.000 ton per tahun, energi listrik sebesar 260 kWh/ton alumina, batubara 39.000 ton dan minyak berat paling sedikit 33.000 ton/tahun. Demikian pula, dengan rencana pembangunan pabrik SGA di Kecamatan Toho, Kota Pontianak, dengan kapasitas 1,2



Sumber: Husaini, 2009.

Gambar 3. Pengolahan bauksit dengan teknologi proses BAYER

Tabel 1.
 Nilai tambah hasil pengolahan alumina dan aluminium

No.	Deskripsi	Keterangan	Proses pengolahan	
			Alumina	Aluminium
Output, Input dan Harga				
1	Jumlah output (Ton)		1	1
2	Jumlah input (Ton)		2	2
3	Tenaga kerja (HOK)		6	6
4	Faktor konversi Koefisien TK langsung	(1)/(2)	0,5	0,5
5	(HOK/US\$)	(3)/(2)	3	3
6	Harga produk (US\$/Ton)		455	3.620
7	Upah TK langsung (US\$/hr)		5,7	5,9
Penerimaan dan Keuntungan				
8	Harga bahan baku (US\$/Ton)		26,00	455,00
9	Sumbangan input lain (US\$/Ton)		117,60	806,00
10	Nilai output (US\$/Ton) (10) =	(4)x(6)	227,50	1.810,00
11	a. Nilai tambah (US\$/Ton)	(11a)=(10)-(9)-(8)	83,90	549,00
	b. Rasio nilai tambah (%)	(11b)=(11a)/(10)x100%	36,88	30,33
12	a. Pendapatan tenaga kerja langsung (US\$/Ton)	(12a)=(5)x(7)	17,10	17,70
	b. Pangsa tenaga kerja langsung (%)	(12b) = (12a)/(11a)x100%	20,38	3,22
13	a. Keuntungan (US\$/Ton)	(13a) = (11a) – (12a)	66,80	531,30
	b. Tingkat keuntungan (%)	(13 b) = (13a)/(11a) x 100%	79,62	96,78
Balas jasa pemilik faktor-faktor produksi				
14	Marjin (US\$/Ton)	(14) = (10) – (8)	201,50	1.355,00
	a. Sumbangan tenaga kerja langsung (%)	(14a) = (12a)/(14) x 100%	8,49	1,31
	b. Sumbangan input lain (%)	(14b) = (9)/(14) x 100%	58,36	59,48
	c. Keuntungan pemilik perusahaan (%)	(14c) = (13a)/(14) x 100%	33,15	39,21

Sumber : Suseno, 2012

juta ton alumina per tahun akan memerlukan bijih bauksit sekitar 2,7 juta ton per tahun, *pitch* dan kokas (*coke*) sebagai energi sebanyak 540.000 ton, energi listrik sebesar 14.000 kWh/ton aluminium. Kebutuhan ini merupakan peluang pasar bagi perusahaan-

perusahaan pemasok antara lain; perusahaan batubara, perusahaan kimia dan perusahaan lainnya untuk dapat memasok kebutuhan tersebut.

Di samping itu, rencana pembangunan pabrik tersebut akan berdampak pula

terhadap perluasan pasar kerja. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari PT. ICA (PT. Antam) yang akan mendirikan industri pengolahan bauksit (CGA) dengan kapasitas 300.000 ton diperlukan sekitar 315 orang tenaga kerja dari berbagai bidang dan kompetensinya (Tabel 2).

Keahlian utama yang diperlukan antara lain rekayasa proses (*processing engineer, industrial engineer, electrical/mechanical/civil engineer, marketing dan environment/safety engineer*), sedangkan bidang keahlian pendukung terdiri dari *finance (accountant), Human Relations (industrial engineer/psychologist), communication dan community development engineer*.

Permasalahan Pengembangan Bauksit di Provinsi Kalimantan Barat

Beberapa permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan bauksit di Kalbar, dapat diklasifikasikan pada masalah-masalah regulasi, teknis, dan sosial ekonomi.

1) Aspek regulasi :

Dalam MP3EI, 2011, disebutkan bahwa beberapa permasalahan pembangunan yang dihadapi oleh Provinsi Kalimantan Barat antara lain, adalah :

- a. Industri pengolahan bauksit menjadi alumina memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Risiko yang tinggi ini seringkali menyulitkan pelaku usaha dalam mendapatkan sumber dana pembiayaan untuk melakukan investasi. Oleh karena itu dalam rangka

meningkatkan daya tarik investasi di Indonesia, pemerintah perlu memberikan insentif;

- b. Praktek pungutan liar masih sering terjadi, terutama pada tahap perijinan. Oleh karena itu perlu dibuat standar operasi yang mengatur mekanisme perizinan. Diharapkan dengan adanya SOP ini praktek-praktek tersebut bisa dihilangkan atau minimal dapat dikurangi;
- c. Masih terbatasnya dukungan infrastruktur, antara lain pelabuhan dan jalan akses menuju pelabuhan, jalan akses atau *conveyor belt* yang menghubungkan area tambang dengan pabrik serta pembangkit listrik. Untuk tahap awal, pembangunan infrastruktur perlu dilakukan oleh pemerintah. Untuk itu perlu adanya dukungan regulasi.

2) Aspek sosial ekonomi :

Data menunjukkan bahwa sektor migas dan pertambangan sudah memberikan kontribusi sekitar 50 persen dari total PDRB Kalimantan (BPS, 2010). Namun, masih terdapat beberapa permasalahan terkait dengan pengembangan perekonomian yang dihadapi oleh Koridor Ekonomi Kalimantan, antara lain:

- a. Total nilai produksi sektor migas dari tahun ke tahun menunjukkan adanya tren menurun, sehingga perlu pengembangan secara intensif sektor-sektor lainnya guna mengimbangi

Tabel 2.
Komposisi kebutuhan tenaga kerja industri pengolahan bauksit (CGA)*

POSISI	JUMLAH (Orang)
Manajemen	10
Insinyur	75
Supervisor	70
Pelaksana	160
Jumlah	315

Sumber : PT. Antam (Persero) Tbk., 2009

Keterangan : *) kapasitas produksi 300.000 ton pa.

- penurunan kinerja sektor migas, sehingga perekonomian Kalimantan dapat terjamin keberlanjutannya;
- b. Terdapat disparitas pembangunan antar wilayah di dalam koridor, baik antara wilayah penghasil migas dengan non-penghasil migas, maupun antara kawasan perkotaan dengan kawasan perdesaan;
 - c. Terdapat kesenjangan antara infrastruktur pelayanan dasar yang tersedia dengan yang dibutuhkan, antara lain infrastruktur dasar non-fisik (sosial) seperti pendidikan, layanan kesehatan dll.;
 - d. Realisasi investasi pembangunan di Koridor Ekonomi Kalimantan yang sejauh ini masih tergolong rendah;
 - e. Manfaat sosial ekonomi pengusahaan pertambangan masih belum optimal.

3) Aspek teknologi :

- a. Teknologi pengolahan CGA dengan proses BAYER merupakan proses hidrometalurgi yang membutuhkan energi yang cukup tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan kegiatan penelitian dan

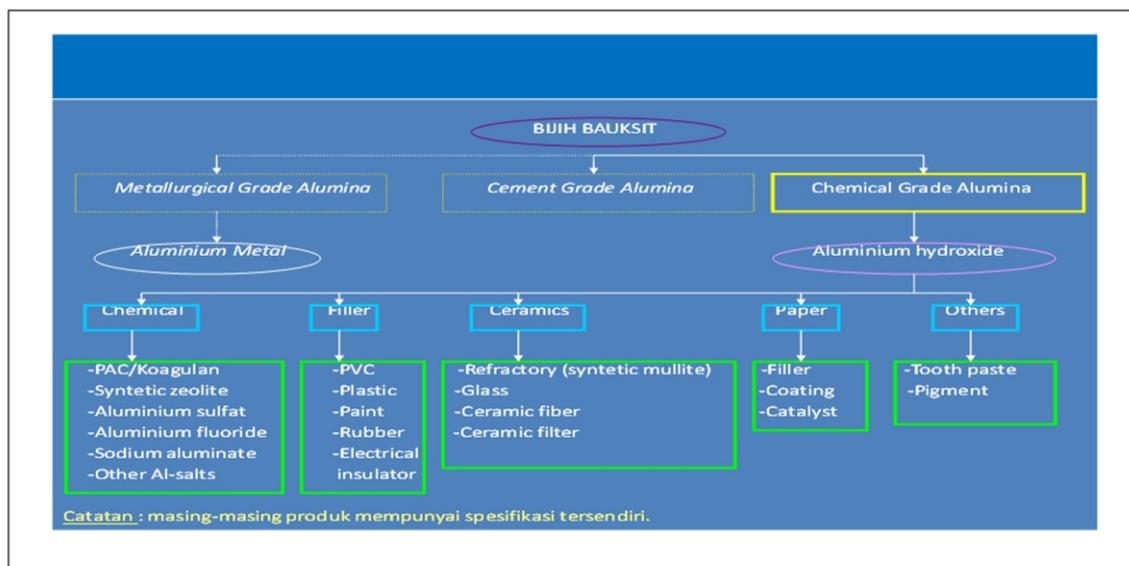
pengembangan untuk mencari alternatif teknologi lain yang menggunakan energi murah;

- b. Ruang lingkup pemanfaatan bauksit sangat luas sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Oleh karena itu perlu penguasaan teknologi untuk mendukung pengembangan bauksit untuk pemanfaatan berbagai kegunaan tersebut.

PEMBAHASAN

Berdasarkan penjelasan pada bab bab sebelumnya, bahwa :

- 1) Dalam rangka implementasi *Master Plan* Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), dimana Provinsi Kalimantan Barat yang masuk ke dalam koridor 3, diarahkan kepada kawasan pusat industri pertambangan, perlu didukung oleh kemampuan sumberdaya manusia (SDM) dan lptek dalam bidang industri pertambangan;
- 2) Kalimantan Barat mempunyai potensi sumberdaya dan cadangan bauksit yang cukup besar dengan prospek pengusahaannya yang cukup menjanjikan,



Sumber : Husaini, 2009.

Gambar 4. Pemanfaatan Bijih Bauksit

baik dilihat dari aspek peningkatan nilai tambah secara ekonomis dan finansial, aspek perluasan pasar Kerja, maupun aspek pemasaran;

3) Amanat UU 4/2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara yang mewajibkan perusahaan tambang untuk meningkatkan nilai tambah mineral melalui proses pengolahan dan pemurnian, menuntut didirikannya pabrik pengolahan di dalam negeri. Beberapa permasalahan yang dihadapi antara lain:

- Teknologi pengolahan CGA dengan proses BAYER merupakan proses hidrometalurgi yang membutuhkan energi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, perlu dikembangkan alternatif teknologi lain yang menggunakan energi murah;
- Bauksit dapat dimanfaatkan untuk berbagai kegunaan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Oleh karena itu, perlu penguasaan teknologi untuk mendukung pengembangan bauksit untuk pemanfaatan berbagai kegunaan tersebut;
- Selain cadangannya besar, bauksit mempunyai potensi nilai ekonomi yang besar pula, baik dalam kemampuan menghasilkan rentabilitas ekonomi secara langsung, maupun melalui mekanisme keterkaitan ekonomi lainnya, antara lain keterkaitan hulu, hilir, teknologi, pajak dan keterkaitan kebutuhan akhir. Upaya untuk mengoptimalkan manfaat langsung maupun melalui mekanisme keterkaitan ekonomi perlu didukung dengan hasil-hasil penelitian;
- Adanya kesulitan dalam menarik investasi, perlunya SOP yang mengatur tentang mekanisme perizinan serta integrasi antara pembangunan infrastruktur di Daerah dengan kebutuhan industri bauksit, menuntut adanya dukungan hasil Litbang.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka untuk mendukung Pontianak sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dalam koridor 3 MP3EI, perlu dikembangkan kawasan inovasi bauksit sebagai pusat unggulan (*center of excellence*). Pengembangan

kawasan inovasi bauksit diharapkan dapat meningkatkan kemampuan Pontianak untuk melakukan inovasi yang terintegrasi dengan klaster-klaster industri lainnya di daerah.

Menurut pedoman pengembangan pusat unggulan Iptek (Kementerian Riset dan Teknologi, 2012), yang dimaksud dengan *centre of excellence* adalah suatu organisasi baik berdiri sendiri maupun berkolaborasi dengan organisasi lainnya (konsorsium) yang kemudian melaksanakan kegiatan-kegiatan riset bertaraf internasional pada bidang spesifik secara multi dan interdisiplin dengan standar hasil yang sangat tinggi serta relevan dengan kebutuhan pengguna iptek.

Lebih lanjut dijelaskan bahwa Organisasi Pusat Unggulan dapat terdiri dari 2 atau lebih lembaga yang mempunyai kepentingan dan tujuan bersama (paling tidak diwakili oleh 1 lembaga penghasil/pengembang teknologi dan 1 lembaga pengguna teknologi), bersifat mutualistik, dan semua anggota sepakat untuk melakukan *sharing* sumberdaya (Kementerian Riset dan Teknologi, 2012). Di dalam dokumen MP3EI disebutkan bahwa Pengembangan inovasi produk suatu invensi melibatkan 3 pelaku utama dalam sistem inovasi nasional yaitu: (a) pemerintah sebagai regulator, fasilitator dan katalisator; (b) pelaku usaha/industri sebagai pengguna hasil invensi; dan (c) lembaga-lembaga penelitian dan perguruan tinggi sebagai penghasil produk invensi. Kolaborasi ketiga pelaku utama tersebut sangat penting dan diperlukan untuk berkembangnya produk-produk inovasi sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya dari hasil diskusi *Focus Group Discussion* (FGD) tentang Konsepsi Pusat Unggulan Iptek di Kementerian Riset dan Teknologi, tgl. 3 Februari 2012, disimpulkan bahwa di dalam konsep kawasan (Pusat Unggulan) harus tersedia *scientist* atau *technology developers*, Pemerintah Daerah sebagai penyedia infrastruktur, Unsur industri

(*technology user*), dan unsur Perguruan Tinggi. Kawasan tersebut dapat dipimpin oleh seorang ilmuwan, peneliti atau professor di bidangnya.

Berdasarkan pembahasan di atas, serta dengan mengacu Pedoman Pengembangan Pusat Unggulan Iptek, dapat diusulkan konsep pengembangan Kawasan Inovasi Bauksit sebagai *center of excellence*, sebagai berikut:

- 1) Nama organisasi *center of excellence* : Kawasan Inovasi Bauksit.
- 2) Fokus bidang prioritas : Penelitian dan Pengembangan Bauksit.
- 3) Pelaku dalam Organisasi :
 - a. Pemerintah di dalam hal ini adalah Pemerintah Provinsi Kalimantan Barat atau Kabupaten Sanggau dan Kabupaten Mempawah sebagai regulator, fasilitator dan katalisator;
 - b. Pelaku Usaha/industri sebagai pengguna hasil invensi, yaitu PT Antam (persero) Tbk. dan sektor ekonomi terkait lainnya;
 - c. Lembaga Litbang dapat berdiri sendiri atau berkolaborasi antara Litbang Daerah dan Litbang Pusat;
 - d. Perguruan Tinggi di Kalbar yang ditunjuk sebagai mitra.
- 4) Program dan Kegiatan yang akan dikembangkan

Setelah nama organisasi, fokus bidang prioritas, serta pelaku di dalam organisasi ditentukan, langkah selanjutnya bagi organisasi adalah menyusun perencanaan strategik melalui tahap-tahap yang benar, sehingga dapat dirumuskan suatu program dan kegiatan yang realistis, fokus dan bersifat prioritas.

Namun, secara umum kawasan inovasi sebagai *Centre of Excellence mempunyai program dan kegiatan pokok* membantu aktivitas bisnis dan atau pengembangan bisnis baru, yang fokus kepada aplikasi dan atau pengembangan teknologi baru yang didasarkan pada *hasil riset, antara lain*

sebagai berikut (Direktorat Pengembangan Fasilitas Industri Wilayah III, 2012):

- Melakukan *in-house* Riset dan Pengembangannya;
- Membantu meningkatkan invensi dari skala laboratorium menjadi skala komersial;
- Membantu menciptakan *value* dan *supplai chain*;
- Menginformasikan pelaku bisnis tentang adanya teknologi baru;
- Membantu pembentukan perusahaan IKM (Inkubator).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

Untuk mendukung Pontianak sebagai pusat pertumbuhan ekonomi dalam koridor 3 MP3EI, perlu dikembangkan kawasan inovasi bauksit sebagai pusat unggulan (*center of excellence*), yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan Pontianak untuk melakukan inovasi yang terintegrasi dengan klaster-klaster industri lainnya di daerah.

Mengingat bauksit merupakan salah satu komoditi unggulan baik dilihat dari aspek sumber daya dan cadangan, keekonomian, aspek pemasaran maupun aspek perluasan kesempatan kerja, maka mineral ini dapat dipilih sebagai salah satu komoditi unggulan yang akan dijadikan fokus bidang prioritas organisasi;

Nama organisasi yang diusulkan adalah Kawasan Inovasi Bauksit, dengan fokus bidang prioritas penelitian dan pengembangan bauksit. Pihak-pihak yang terlibat dalam organisasi adalah Pemerintah Provinsi Kalbar, atau Kabupaten Sanggau dan Kabupaten Mempawah sebagai regulator, fasilitator dan katalisator. Pelaku usaha/industri sebagai pengguna hasil invensi, adalah PT Antam (persero) Tbk. dan sektor ekonomi terkait lainnya, sedangkan

lembaga litbang yang ditunjuk sebagai mitra dapat berdiri sendiri, atau berkolaborasi antara litbang daerah, litbang pusat, serta

Perguruan Tinggi di Provinsi Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012. Pedoman Pengembangan Pusat Unggulan Iptek, Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta, 33 hal.
- Anonim, 2012. Pengembangan Pusat Unggulan Industri, *Bahan paparan pada Focus Group Discussion (FGD) Pengembangan Pusat Unggulan Iptek 3 Februari 2012*, Direktorat Pengembangan Fasilitas Industri Wilayah III, Jakarta, 38 hal.
- Anonim, 2012. *Mineral Commodity Summaries 2012*, USGS, US Department of The Interior, 197 hal.
- Anonim, 2011. Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Jakarta, 210 hal.
- Anonim, 2010. Kalimantan Barat Dalam Angka, Badan Pusat Statistik, Pontianak, 435 hal.
- Anonim, 2010. Kepmen Ristek No. 193/M/Kp/IV/2010 tentang Kebijakan Strategis Pembangunan Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tahun 2010-2014, Kementerian Riset dan Teknologi
- Anonim, 2009. Proyek Pembangunan Pabrik Alumina Tayan, Bahan Presentasi, PT. Antam Tbk., Jakarta, 34 hal. Tidak dipublikasikan.
- Djunaedi, A., 2002. Proses Perencanaan Strategis Kota/Daerah, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 48 hal.
- Husaini, 2009. Pengolahan dan Pemanfaatan Bauksit, Prosiding Kolokium Pertambangan 2009, Puslitbang tekMIRA, Bandung, hal. 97 – 104.
- Ilham, N., 2012. Kebijakan Pemerintah, Muluskan Dominasi Asing, Free Trade Watch, Edisi I, Jakarta, hal. 19 – 35.
- Ishlah, T., 2010. Kajian Pasar Mineral dan Usulan Strategi Eksplorasi Sumberdaya Mineral di Indonesia, Laporan Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, 13 hal.
- Saba, AP, 2011. Bauksit Menuju Nilai Tambah, Majalah TAMBANG, Bulan Juni 2011.
- Suseno, T., 2012. Model Penghitungan Nilai Tambah Pengolahan Bauksit Menjadi Alumina dan Aluminium, Laporan Internal Puslitbang tekMIRA, Bandung, 11 hal.

Diterima tanggal 11 April 2012 Revisi tanggal 18 Mei 2012
--

PEDOMAN PENULISAN MAKALAH/KARYA TULIS ILMIAH BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

ISI DAN KRITERIA UMUM

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

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

FORMAT

Umum

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

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

IV	Metodologi	Metode yang digunakan harus spesifik dan jelas, mencakup uji- uji hipotesis atau model-model uji statistik, dapat menghimpun data primer/ <i>sampling</i> , cara pengukuran dan komputasi.
V	Hasil Analisis (<i>Results and Analysis</i>).	Berisi hasil-hasil penyelidikan/penelitian yang disajikan dengan tulisan, tabel, grafik, gambar maupun foto; diberi nomor secara berurutan. Hindarkan penggunaan grafik secara berlebihan apabila dapat disajikan dengan tulisan secara singkat. Pencantuman foto atau gambar tidak berlebihan dan hanya mewakili hasil penemuan. Semua tabel, grafik gambar dan foto yang disajikan harus diacu dalam tulisan dengan keterangan yang jelas dan dapat dibaca. Font huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 (enam) point
VI	Pembahasan atau Diskusi (<i>Discussion</i>).	Berisi tentang interpretasi dan bahasan singkat mengenai penjabaran hasil verifikasi/validasi yang ditekankan kepada kejelasan penelitian, keterlibatan aneka variabel dan peristiwa atau produk dari penelitian tersebut.
VII	Kesimpulan dan Saran. (<i>Conclusions and Recommendation</i>)	Berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji hipotesis tentang penelitian, dan berisi segitiga konsistensi (masalah, tujuan dan kesimpulan)
VIII	Ucapan Terima Kasih (<i>Acknowledgements</i>)	Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penyelidikan/penelitian dan untuk pernyataan penghargaan kepada institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penyelidikan/penelitian dan penulisan makalah/karya tulis
IX	Acuan (<i>References</i>)	Acuan ditulis dengan menggunakan sistem nama tahun (Harvard), nama penulis/pengarang yang tercantum didahului oleh nama akhir (surname), disusun menurut abjad dan judul makalah/karya tulis ditulis dengan huruf miring (<i>italic font</i>)

Beberapa contoh penulisan sumber acuan :

Jurnal

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

Buku

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

Bab dalam Buku

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

Prosiding

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

Skripsi/Tesis/Disertasi

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

Informasi dari Internet

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

WEWENANG REDAKSI

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

PENGIRIMAN NASKAH

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

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

Alamat Redaksi

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

ISSN 1907-5367



eISSN 2580-1023

