

# buletin

Volume 3 Nomor 1 - 2008

# SUMBER DAYA GEOLOGI



Sebelum revegetasi



Setelah revegetasi

- \* Hubungan Struktur Sesar dengan Terbentuknya Endapan Aliran Proklastik di Daerah Panas Bumi Sampuraga, Mandailing Natal Sumatera Utara.
- \* Tinjauan Pemanfaatan Tailing Tambang Bijih untuk Bahan Bangunan sebagai Solusi di Bidang Kontruksi.
- \* Pasar Mineral dan Usulan Strategi Eksplorasi Sumber Daya Mineral di Indonesia.



Pusat Sumber Daya Geologi

# PENGANTAR REDAKSI

Para pembaca yang budiman

Puji syukur ke hadirat Allah swt. bahwa Buletin Sumber Daya Geologi Volume 3 Nomor 1 - 2008 telah dapat diterbitkan. Dengan tersedianya anggaran setiap tahunnya diharapkan buletin ini akan terbit secara berkelanjutan dan dapat ditingkatkan mutunya. Di masa datang Buletin Sumber Daya Geologi diharapkan menjadi salah satu wadah publikasi yang dapat menampung karya-karya tulis ilmiah dari hasil pemikiran dan penelitian bukan saja dari para pejabat fungsional di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi, tetapi juga para pakar mineral dan energi dari institusi lainnya.

Redaksi tanpa henti berupaya untuk meningkatkan mutu penerbitan melalui penyaringan secara ketat naskah karya tulis. Dapat dikatakan dilematis karena di satu sisi kami harus menampung karya-karya tulis dari masyarakat penulis ilmiah yang masih dalam tahap belajar, sementara di sisi lain menjalankan misi untuk menerbitkan karya-karya tulis bermutu dan dapat dipertanggung jawabkan dari segi ilmiahnya. Meskipun redaksi selalu memberikan toleransi dalam hal penulisan pada setiap penerbitan, kami berharap para penulis dari terutama masyarakat jabatan fungsional tidak memanfaatkannya hanya untuk terutama kepentingan tuntutan minimal kenaikan pangkat yang terkait dengan jabatan fungsionalnya.

Sekedar berbagi cerita tentang hasil penyaringan naskah karya tulis, kami sampai pada penilaian bahwa sebagian besar naskah masih merupakan laporan deskriptif dari hasil kegiatan lapangan tahunan, yang umumnya berisi pemaparan tentang sumber daya komoditi tanpa menyertakan analisis sintesis memadai yang seharusnya menjadi persyaratan setiap karya tulis ilmiah.

Sebagian ahli geologi di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi berpandangan bahwa karya tulis yang berkaitan dengan tugas pokok dan fungsi institusi tidak perlu disajikan terlalu ilmiah, yang terpenting singkat dan jelas. Cara pandang ini dapat diterima dalam kaitannya dengan penyelidikan prospeksi tahap awal dari suatu wilayah yang mungkin memiliki cadangan komoditi bernilai ekonomis. Tetapi harus dipertimbangkan bahwa para perencana usaha pertambangan yang baik tentunya akan memerlukan akurasi data dan analisis ilmiah dari sasaran cadangan komoditi untuk dasar pengambilan keputusan penambangannya. Sehingga penyajian data dan hasil analisis ilmiah dalam suatu karya tulis ilmiah merupakan persyaratan mutlak yang harus dilakukan oleh para ahli geologi.

Akhir kata bahwa buletin ini diterbitkan sebagai wadah publikasi bagi karya-karya tulis ilmiah bermutu yang diharapkan dapat menjadi sarana penyebarluasan informasi hasil penyelidikan dan penelitian sumber daya geologi, yang insya Allah berguna bagi masyarakat. Selamat menikmati Buletin Sumber Daya Geologi.

Salam hangat,  
Dewan Redaksi

## **Penanggung Jawab :**

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

## **Wakil Penanggung Jawab :**

Kepala Bidang Informasi

## **DEWAN REDAKSI**

## **Penanggung Jawab Redaksi**

Calvin Karo-Karo Gurusinga

## **Ketua**

Denni Widhiyatna

## **Redaktur**

S.S Rita Susilawati

Raharjo Hutamadi

Herry Rodiana Eddy

Teuku Ishlah

Bambang Pardiarto

## **Editor**

Syafra Dwipa

Bambang Tjahjono S.

Danny Z.Herman

Herudiyanto

Fredy Nanlohi

Dedi Amarullah

## **Sekretariat**

Ella Dewi Laraswati

Nandang Sumarna

Wiwi Resmiasih

Sulastri

Candra

Retno Rahmawati

Dana Sudarna

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

Alamatkan kepada :

Redaksi Buletin Pusat Sumber Daya Geologi,  
Sub Bidang Penyediaan Informasi Publik

Jalan Soekarno Hatta No. 444

Bandung 40254

Telp. (022) 5226270,

Fax. (022) 5206263

<http://www.dim.esdm.go.id>;

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

E-Mail = [sismin@dim.esdm.go.id](mailto:sismin@dim.esdm.go.id)

# DAFTAR ISI

## MAKALAH ILMIAH

Hubungan Struktur Sesar dengan Terbentuknya Endapan Aliran Proklastik di daerah panas Bumi sampuraga, Mandailing Natal Sumatera Utara.....	2
<i>Oleh : Soetoyo - Panas Bumi</i>	
Tinjauan Pemanfaatan Tailing Tambang Bijih untuk Bahan Bangunan sebagai Solusi di Bidang Kontruksi.....	14
<i>Oleh : Mangara Pohan - Konservasi</i>	
Tinjauan Reklamasi Lahan Bekas Tambang dan Aspek Konservasi Bahan Galian.....	20
<i>Oleh : Sabtanto Joko S.- Konservasi</i>	
Tinjauan Pengembangan Sumber Daya Bauksit di Bintan.....	33
dan Bahan Galian Asosiasinya. <i>Oleh : Rohmana</i>	
Potensi Mineral Kuarsa Dan Endapan Timah Placer dalam Kaitannya dengan Bantuan Granit LP-107 Batam, Riau Kepulauan.....	41
<i>Oleh : Agus Setyanto, E. Usman, D. Setiady</i>	
Pasar Mineral dan Usulan Strategi Eksplorasi Sumber Daya Mineral di Indonesia.....	51
<i>Oleh :Teuku Ishlah</i>	
Penafsiran Tipe Mineralisasi Emas Berdasarkan Data Inklusi Fluida di Daerah Siulak deras, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi.....	64
<i>Oleh : Armin Tampubolon</i>	
<b>KAMUS GEOLOGI.....</b>	<b>71</b>
<b>TOKOH GEOLOGI.....</b>	<b>72</b>
<b>GALERI PHOTO.....</b>	<b>75</b>

## HUBUNGAN STRUKTUR SESAR DENGAN TERBENTUKNYA ENDAPAN ALIRAN PIROKLASTIK DI DAERAH PANAS BUMI SAMPURAGA, MADAILING NATAL - SUMATERA UTARA

Oleh  
**Soetoyo**

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi – Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah, menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan sebagai endapan vulkanik dari kegiatan erupsi celah (*fissure eruption*) dan dimungkinkan struktur sesar di daerah ini sebagai media pembentukannya. Satuan Endapan Aliran Piroklastik berkomposisi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. tersebar di bagian selatan dan tengah mengisi celah depresi Panyabungan menutupi struktur sesar. Satuan ini terbentuk sebagai endapan aliran piroklastik daratan yang berumur Plio Pleistosen. Pada bagian didaerah dimana endapan piroklastik ini terpotong oleh struktur sesar tersebut, ditafsirkan struktur sesar didaerah ini aktif kembali setelah terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik. Sesar normal umumnya berarah barat laut – tenggara/ berpola hampir berarah utara -selatan, satu dengan lainnya membentuk step fault, dan berfungsi sebagai pengontrol pemunculan manifestasi panas bumi di daerah Sampuraga. Mata air panas muncul ke permukaan sebagai manifestasi panas bumi di daerah Sampuraga, melalui sistim rekahan yang ada.

### ABSTRACT

*The Cretaceous Granite basement is the oldest rock unit in the Sampuraga Geothermal area, in the upper part of this unit covered by Tertiary metamorphic rock. Both of the unit rocks as a function of conductive rock which is transferred heat from heat sources. The Plio-Pleistocene consolidated pyroclastic deposit composed of dominant dasitic with sand to block size of rock fragments, andesitic and pumiceous with sand to pebble size of rock fragments filled southern and middle of the Panyabungan depression.*

*In the region which is the pyroclastic unit cut by fault structures, can be interpreted that the fault structures still active again after the originated of the pyroclastic deposit. In generally the normal fault have Northwest – Southeast (NW-SE) trend, almost North – East (N-E) trend, each and other to made step faults.*

*The appearance of the geothermal hot water manifestation to the surface in Sampuraga geothermal area controlled by those fault systems.*

### PENDAHULUAN

Secara administratif daerah panas bumi Sampuraga termasuk dalam Wilayah Kecamatan Panyabungan Barat, Kabupaten Mandailing Natal, Propinsi Sumatera Utara. Luas daerah penelitian adalah (15 x 15) km<sup>2</sup>, yang berada pada posisi geografis antara 99°29'7,15" -

99°30'44,24" BT dan 0°45'36" – 0°52'39,39" LU, atau 552500 – 56500 mT dan 84000 – 97000 mU pada sistem koordinat UTM, zona 47 belahan bumi utara (Gambar 1 )

Daerah panas bumi Sampuraga secara tektonik berada di bagian barat dari sesar besar Sumatera yang memanjang dari utara hingga selatan Sumatera.

Manifestasi panas bumi yang terdapat di daerah ini cukup menarik untuk diteliti secara lebih rinci, karena memiliki potensi panas bumi sumber daya spekulatif yang cukup besar yaitu sebesar 225 Mwe.

Dengan mengetahui kondisi geologinya secara rinci, maka dapat diperoleh gambaran mengenai latar belakang pembentukan panas bumi secara geologi, dan juga akan diketahui pula pembentukan satuan batuan Endapan Aliran Piroklastik dihubungkan dengan struktur sesar di daerah ini.

## GEOLOGI

### Geologi Regional

Pulau Sumatera merupakan bagian tepi baratdaya-selatan dari lempeng Benua Eurasia yang berinteraksi dengan lempeng Samudera Hindia-Australia yang bergerak ke arah utara-timurlaut. Interaksi kedua lempeng tersebut dipengaruhi oleh besarnya sudut interaksi serta kecepatan konvergensi lempengnya. Gerakan tersebut telah menghasilkan bentuk-bentuk gabungan penunjaman (*subduction*) dan sesar mendatar dekstral.

Penunjaman yang terjadi pada masa Tersier sampai Resen di bawah Pulau Sumatera mengakibatkan terbentuknya jalur busur magma yaitu Pegunungan Bukit Barisan. Penunjaman yang terbentuk secara berkala telah dilepaskan melalui sesar transform yang sejajar dengan tepian lempeng (Fitch, 1972) dan terpusat di sepanjang Sistem Sesar Sumatera yang membentang sepanjang Sumatera.

Geologi Tersier dan Kuartar dari Pulau Sumatera saat ini merupakan pencerminan yang wajar dari gerak tersebut. Busur magmatik dan cekungan belakang busur memotong hampir sepanjang Pulau Sumatera dari Sumatera Utara sampai ke Sumatera Selatan, adalah sesar mendatar dekstral yang dikenal sebagai sesar Semangko atau sesar besar Sumatera.

Sesar mendatar ini terbentuk sebagai akibat dari sifat interaksi lempeng Hindia-Australia dengan lempeng Mikro Sunda yang menyerong. Sesar ini mempunyai kedudukan tektonik yang penting karena dapat dianggap sebagai batas antara lempeng Mikro Sunda dengan

lempeng Hindia-Australia di sebelah baratnya. Dengan demikian perkembangan tektonik Tersier dari bagian Sumatera yang berada di sebelah timur sesar Sumatera adalah juga perkembangan tektonik Tersier dari pada lempeng Mikro Sunda.

Secara regional geologi daerah penyelidikan berdasarkan kepada Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera Utara (skala 1 : 250.0000) yang ditulis oleh D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983 (Gb.2). Batuan yang ada di daerah penyelidikan terdiri dari batuan gunungapi, batuan terobosan, sedimen dan metasedimen yang berumur Paleozoik – Kenozoik.

## GEOLOGI DAERAH TELITIAN

### Geomorfologi

Berdasarkan pengamatan bentang alam dan tingkat kemiringan lerengnya, maka geomorfologi daerah penyelidikan dapat dikelompok menjadi tiga satuan geomorfologi yaitu: satuan perbukitan berlereng terjal, perbukitan bergelombang, dan satuan pedataran.

### Geomorfologi Perbukitan Berlereng Terjal

Satuan geomorfologi ini menempati bagian barat dan selatan daerah penyelidikan yang meliputi sekitar 47% luas daerah penyelidikan. Umumnya berupa perbukitan memanjang berelif kasar, berlereng terjal (21% - 55%) dengan elevasi antara 275 – 1475 meter di atas permukaan laut. Pola aliran sungai yang dibentuk oleh Sungai Aek Bargot, Aek Karora, Aek Sirambas, Aek Gatang, dan Aek Nagari bertipe dendritik hingga sub-dendritik dengan lembah sungai berbentuk 'V' yang menandakan erosi dominan ke arah vertikal, makin ke bagian dasar lembah batuan lebih lunak dibandingkan dinding lembah sungai. Satuan ini tersusun oleh batuan gunungapi Tersier berupa aliran lava dan aliran piroklastik.

### Geomorfologi Perbukitan Bergelombang

Satuan geomorfologi ini menempati bagian timur sampai selatan daerah panas bumi Sampuraga yaitu sekitar 24% dari luas daerah telitian. Satuan ini terdiri atas perbukitan dengan kemiringan lereng antara 14% - 20% dan berada pada elevasi antara 250 - 525 meter di atas permukaan laut. Sungai di daerah ini, yaitu Sungai Aek Singolet, Aek Tolang, Aek Garoga, dan Aek Pohan, membentuk pola pengaliran sungai bertipe dendritik sampai subparalel.

lembah sungai pada topografi tinggi umumnya berbentuk 'V' dan berbentuk 'U' pada topografi rendah. Satuan morfologi ini tersusun oleh batuan granit, aliran piroklastik, dan lahar.

### Geomorfologi Pedataran

Satuan pedataran terdapat di bagian tengah dan utara daerah panas bumi Sampuraga yang menempati areal sekitar 29% dari luas daerah telitian. Daerah ini berada pada ketinggian antara 200 hingga 250 m di atas permukaan air laut dengan kemiringan lereng antara 0% - 2% . Satuan ini terhampar sepanjang aliran Sungai Batang Gadis dan Aek Pohan yang merupakan muara dari Sungai Aek Tolang, Aek sirambas, Aek Garoga, dan Sungai Aek Singolet. Lembah sungainya lebar dan berbentuk "U", lereng sungai datar hingga landai dengan bentuk aliran sungai *meander*, bahkan di beberapa tempat di daerah Batang Gadis terdapat gundukan pasir. Hal ini menunjukkan bahwa tahapan erosi pada stadium lanjut, proses erosi dominan ke arah lateral atau dinding sungai. Satuan ini tersusun oleh satuan batuan sedimen dan endapan permukaan (aluvium) yang terdiri dari material lepas berupa hasil rombakan batuan di bagian hulu sungai, dengan bentuk fragmen membundar hingga membundar tanggung.

### Stratigrafi Daerah Panas Bumi Sampuraga

Stratigrafi daerah Sampuraga disusun berdasarkan hubungan relatif antara masing-masing satuan batuan. Penamaannya didasarkan kepada pusat erupsi, mekanisme, dan genesa pembentukan batuan.

Berdasarkan hasil penelitian lapangan, batuan di daerah penyelidikan dapat dikelompokkan ke dalam 9 satuan batuan, yang terdiri dari 1 satuan batuan sedimen, 5 satuan batuan vulkanik, 2 satuan batuan terobosan, dan 1 satuan endapan permukaan (Gb.3).

Sebagian dari batuan vulkanik tersebut diperkirakan berasal dari 3 titik erupsi yang berbeda, yaitu: Gunung Adian Gongona, Gunung Hombang dan Gunung Sorikmarapi

Batuan sedimen di daerah penyelidikan terdiri dari endapan sedimen danau pengisi depresi, sedangkan endapan permukaan terdiri dari material lepas yang termasuk dalam satuan aluvium. Urutan satuan batuan atau stratigrafi dari tua ke muda adalah Satuan Granit,

Lava Andesit Porfiri, Lava Andesit, Lava Andesit Basaltis, Endapan Aliran Piroklastik, Lahar Sorikmarapi dan Endapan Aluvium.

### Granit

Satuan Granit berada di bagian timur laut daerah panas bumi Sampuraga dengan luas sekitar 2% dari luas daerah penyelidikan. Satuan ini terdiri dari batuan beku jenis granit. Singkapan batuan yang masih segar sangat keras, meskipun di beberapa tempat telah mengalami pelapukan yang menghasilkan pasir kasar berkandungan dominan kuarsa dan berkembang kekar. Berdasarkan kesebandingan dengan D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983, granit ini merupakan batuan terobosan dari Satuan Batolit Panyabungan yang berumur Kapur bagian awal (*Early Cretaceous*), berdasarkan hasil pentarikan umur metode K-Ar, yaitu 121+1.

### Lava Andesit Porfiri

Satuan Lava Andesit Porfiri ini berada di bagian tengah, memanjang dari selatan ke utara daerah telitian dengan luasnya yang mencapai 9% dari luas daerah . Satuan ini merupakan satuan batuan vulkanik paling tua yang ada di daerah telitian, terdiri dari batuan beku andesit dan batusabak. Batuannya merupakan aliran lava yang berkandungan andesit. Secara megaskopis lava andesit berwarna abu-abu muda sampai tua, porfiritik, fenokrisnya terdiri dari plagioklas dan piroksen yang tertanam dalam masadasar mikrokristalin dan gelas vulkanik. Andesit yang tersingkap merupakan andesit porfiri seperti yang tersingkap di Sungai Aek Longat, Sirambas, dan Sungai Gatang. Sedangkan singkapan batusabak ditemukan di Sungai Aek Longat, yaitu di lokasi titik pengamatan SM-74, dianggap hanya sebagai singkapan jendela.

Menurut kesebandingan dengan D.T. Aldiss, dkk. tahun 1983, batusabak tersebut merupakan anggota dari satuan batuan metagunungapi hornfels dan batusabak yang berumur Mesozoikum.

Satuan Aliran Lava Andesit Porfiri terkena struktur Sesar Normal Longat yang di lapangan ditemukan zona sesar berupa hancuran batuan dan kekar. Hancuran batuan didominasi oleh bongkah batuan andesit dan batusabak, seperti yang terdapat pada dinding Sungai Aek Longat. Kekar umumnya telah terisi kuarsa. Satuan aliran lava ini diperkirakan berumur Miosen Bawah.

### Lava Andesit

Satuan Lava Andesit menempati bagian baratlaut daerah penyelidikan, meliputi areal sekitar 4% dari luas daerah penyelidikan. Satuan batuan ini disusun oleh aliran lava andesitik. Singkapan batuan yang relatif masih segar terdapat di Sungai Bargot yang secara megaskopis terlihat berwarna abu-abu tua, bertekstur porfiritik sedang, fenokrisnya terdiri dari plagioklas yang tertanam pada masadasar mikrokristalin, terkekarkan dan sebagian kekarnya terisi oleh mineral kuarsa. Berdasarkan hasil analisis sayatan tipis contoh batuan SM-68, diperoleh jenis batumannya adalah andesit. Satuan batuan ini terpotong oleh struktur Sesar Normal Longat yang berarah relatif utara-selatan. Satuan Aliran Lava Andesit (Tla) ini diperkirakan berumur Miosen Tengah.

### Lava Andesit Basaltis

Satuan Lava Andesit Basaltis ini berada di bagian barat daerah panas bumi Sampuraga, memanjang dari utara ke selatan yang menempati areal sekitar 34% dari luas daerah telitian. Singkapan yang baik terdapat di Sungai Bargot, Sungai Sirambas, dan Sungai Aek Nagari, Lumban Dolok. Batumannya relatif segar dan keras, meskipun di beberapa tempat pada bagian atasnya telah mengalami pelapukan yang cukup kuat.

Pengamatan megaskopis di lapangan, batuan tersebut merupakan aliran lava berjenis andesit basaltis, berwarna abu-abu tua-kehitaman, dan bertekstur afanitik. Berdasarkan analisis petrografi conto batuan SM-36, lava ini batumannya berjenis Andesit Piroksen Pusat erupsi diperkirakan berasal dari Gunung Adian Gongona yang ada di sebelah barat dari daerah telitian. Satuan ini diperkirakan berumur Miosen Atas.

### Dasit

Satuan Dasit berada di bagian tengah daerah telitian, tepatnya di Bukit Kemuning, Desa Sirambas. Satuan ini terdiri dari batuan terobosan berjenis dasit. Singkapan batuan yang masih segar sangat keras, meskipun di bagian kaki bukit sebelah barat telah mengalami pelapukan dan hancuran yang menghasilkan pasir kasar berkomporsi dominan kuarsa. Pengamatan megaskopis di lapangan, batu tersebut berwarna putih - abu-abu keputihan, dan bertekstur faneritik. Berdasarkan analisis petrografi conto batuan SM-15, lava ini batumannya berjenis dasit???. Dasit ini diperkirakan sebagai batuan

terobosan (intrusi) yang menerobos lava dari Satuan Aliran Lava Andesit Porfiri pada Kala Plistosen bagian awal.

### Endapan Aliran Piroklastika

Satuan Endapan Aliran Piroklastik tersebar di bagian selatan dan tengah daerah panas bumi Sampuraga, memanjang ke utara dan menutupi sekitar 23% luas areal daerah telitian. Satuan ini mengisi celah depresi Panyabungan dan mengikuti celah yang dibentuk jalur sesar. Dari kenampakan morfografi menunjukkan bahwa satuan ini membentuk perbukitan berlereng sedang yang memanjang searah dengan struktur sesar dari arah selatan ke utara. Kondisi singkapan batuan (*outcrop*) umumnya relatif segar, sebagian masif dan setempat memperlihatkan perlapisan dengan kemiringan yang relatif masih normal ( $< 5^\circ$ ). Proses pelapukan di beberapa tempat diperlihatkan dengan terdapatnya tanah hasil lapukan pada bagian atas yang berwarna merah bata.

Satuan batuan ini diperkirakan sebagai Endapan Aliran Piroklastik hasil erupsi celah (*fissure eruption*) sepanjang sesar-sesar berarah utara-selatan. Batumannya berkomporsi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. Secara megaskopis nampak berwarna putih-putih kecoklatan, terpilah baik, kemas tertutup, dan berporositas baik. Hasil analisis petrografi contoh batuan SM-15 terhadap batuan beku dominan yang terdapat pada satuan ini adalah batuan beku berjenis dasit. Satuan aliran piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan berumur Plio-Plistosen.

### Lahar Sorikmarapi

Satuan Lahar Sorikmarapi menempati bagian tenggara daerah panas bumi Samouraga dan menempati lembah dari morfologi perbukitan bergelombang yang tersebar pada areal sekitar 2% dari luas daerah telitian.

Singkapan lahar yang baik terdapat di Daerah Purba Lama (SM-38). Secara megaskopik lahar umumnya berwarna abu-abu muda, beberapa bagiannya berwarna coklat akibat proses oksidasi dan pelapukan, terdiri dari fragmen dan komponen batuan yang dominan andesit berbentuk menyudut-membundar tanggung dengan ukuran kerikil-bongkah.

Lahar berkomposisi andesit ini diperkirakan bersumber dari Gunung Sorik Marapi yang berada di bagian selatan, di luar daerah penyelidikan. Satuan ini diperkirakan berumur Kuartar, sebanding dengan Satuan Batuan Gunungapi Sorik Merapi, yang tersusun oleh lahar andesitik dan breksi gunungapi pada Peta Geologi Lembar Lubuksikaping, Sumatera Utara (D.T. Aldiss, dkk. ; 1983).

#### Batuan Sedimen

Satuan Sedimen tersebar di bagian tengah dan menyebar ke utara daerah panas bumi Sampuraga, menempati morfologi pedataran dengan luas arealnya sekitar 23% dari luas daerah telitian. Merupakan sedimen danau/depresi, terdiri dari batupasir dan lempung yang berselingan dengan kemiringan lapisan secara umum relatif datar ( $< 5^\circ$ ). Singkapan yang baik terdapat di Sungai Sirambas dan Batang Gadis. Secara megaskopis batupasir yang segar berwarna abu-abu sampai abu kecoklatan, ukuran butir pasir sedang-halus, pemilahan baik, dan dapat diremas sedangkan lempung berwarna kuning kecoklatan-coklat dan getas dengan ketebalan bervariasi antara 10 cm sampai dengan 40 cm. Batuan sedimen ini mengisi daerah-daerah rendah sebagai zona depresi di bagian tengah dan utara daerah panas bumi Sampuraga dan proses pengendapan (sedimentasinya) berlangsung pada Zaman Kuartar (Plistosen), sebagian menutupi batuan Piroklastika yang sama-sama mengisi zona depresi.

#### Endapan Aluvium

Endapan Aluvium merupakan endapan sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya. Endapan terdiri dari material lepas berupa lempung, pasir, bongkahan andesit, granit, dan batusabak. Penyebarannya di sepanjang tepi Sungai Batang Gadis, muara Sungai Sirambas, Aek Sarir, Aek Nagari dan Sungai Aek Pohan, menempati morfologi pedataran yang secara keseluruhan menempati areal sekitar 2% dari luas daerah panas bumi Sampuraga. Proses pengendapan material-material tersebut masih berlangsung sampai sekarang.

## STRUKTUR GEOLOGI

### Struktur Geologi Regional

Struktur geologi daerah penyelidikan dilihat secara regional terletak pada zona Sistem Sesar Sumatera (*Sumatera Fault System*) yang berarah baratlaut - tenggara, membentang mulai dari Pulau Weh, NAD sampai Teluk Semangko, Lampung. Tjia (1977) menyatakan bahwa

Sistem Sesar Sumatera ini paling sedikit tersusun oleh 8 segmen sesar berarah orientasi baratlaut-tenggara dengan pergerakan yang menganan (*dextral*). Pergerakan sesar ini masih aktif, sebagai akibat dari dorongan lempeng Samudera Hindia terhadap Lempeng Eurasia yang membentuk zona penunjaman di sepanjang pantai barat Pulau Sumatera.

Interaksi dari beberapa segmen tersebut mengakibatkan lahirnya beberapa zona yang mengalami kompresi dan regangan. Zona-zona kompresi mengalami pelipatan dan sesar naik, sedangkan zona regangan mengalami depresi dan sesar normal. Daerah panas bumi Sampuraga adalah salah satu daerah yang berada dalam zona depresi ini. Beberapa sesar normal ini menjadi media keluarnya magma ke permukaan dan membentuk gunung api seperti Gunung Sorik Marapi.

Analisis pada citra satelit (*Gb.4*) menunjukkan bahwa struktur geologi di daerah penyelidikan didominasi oleh struktur sesar normal yang membentuk Graben Panyabungan dan sesar-sesar geser. Sesar normal yang membentuk Graben Panyabungan berarah baratlaut-tenggara, dengan kemiringan (*slope*) berarah timurlaut dan baratdaya. Sesar-sesar normal ini menjadi media keluarnya sejumlah mata air panas di daerah panas bumi Sampuraga..

### Struktur Geologi Daerah Sampuraga

Penentuan struktur geologi didasarkan atas hasil pengamatan lapangan, analisis citra *landsat*, dan peta topografi terhadap gejala-gejala struktur di permukaan seperti pemunculan mata air panas, kelurusan lembah dan punggung, bidang sesar, dan zona hancuran batuan.

Berdasarkan hal tersebut maka di daerah panas bumi Sampuraga terdapat lima struktur sesar, yaitu:

## Sesar Longat

Struktur sesar ini berarah relatif baratlaut – tenggara. Indikasi di lapangan menunjukkan adanya kelurusan punggung bukit dan lembah yang memanjang berarah relatif baratlaut - tenggara, kekar, dan hancuran batuan. Jenis sesar ini diperkirakan sesar normal dimana blok timurlaut relatif bergerak turun dan bagian baratdaya sebagai blok yang relatif naik. Sesar ini terjadi akibat gaya yang bersifat tarikan (*extension*) yang berarah timurlaut - baratdaya. Sesar Normal Longat memotong batuan vulkanik Lava Andesit Porfiri dan Andesit yang berumur Miosen.

## Sesar Panyabungan

Tersebar di bagaian timurlaut daerah panas bumi Sampuraga berarah relatif sama dengan Sesar Normal Longat, yaitu baratlaut-tenggara. Indikasi lapangan ditemukan adanya kekar dan dinding bidang sesar yang memanjang. Jenis struktur adalah sesar normal, dimana blok bagian timurlaut merupakan bagian yang relatif bergerak naik dan blok bagian baratdaya sebagai bagian yang relatif bergerak turun. Sesar Normal Panyabungan ini diperkirakan membentuk sesar tangga (*step fault*) dengan Sesar Normal Longat yang ada di sebelah baratnya. Kedua sesar ini berperan penting dalam pembentukan zona depresi berupa Graben Panyabungan. Sesar ini memotong Satuan Granit Pra Tersier.

## Sesar Sirambas

Sesar Sirambas berada di bagian tengah daerah panas bumi Sampuraga, melintasi Desa Sirambas. Diperkirakan sebagai sesar normal berarah baratlaut-tenggara dimana blok sebelah baratdaya relatif bergerak naik dan blok sebelah timurlaut relatif bergerak turun. Dijumpai berupa zona hancuran batuan, kelurusan topografi berupa lembah Sungai Aek Nagari dan dinding sesar di daerah Aek Ngali sampai ke Lumban Dolok dan indikasi lainnya adalah kelurusan pemunculan mata air panas, Sampuraga di tengah Desa Sirambas dengan mata air panas Roburan Lombang di bagian selatan.

Sesar tersebut berperan dalam pembentukan Graben Panyabungan dan pemunculan bukit-bukit memanjang

dari tenggara ke baratlaut yang tersusun oleh Satuan Aliran Piroklastik hasil dari erupsi celah (*fissure eruption*).

## Sesar Batang Gadis

Sesar Batang Gadis berada di bagian tengah daerah panas bumi Sampuraga memanjang searah aliran Sungai Batang Gadis, berarah baratlaut-tenggara. Sesar ini adalah sesar normal dengan blok baratdaya sebagai bagian yang bergerak turun dan blok sebelah timurlaut sebagai bagian yang bergerak naik. Bersamaan dengan Sesar Normal Sirambas yang berada di bagian baratnya, sesar ini merupakan bagian dari Graben Panyabungan. Penarikan sesar berdasarkan kelurusan topografi yang diambil secara regional dan analisis citra satelit yang menunjukkan pola kelurusan.

## KAJIAN PANAS BUMI

### Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi di daerah panas bumi Sampuraga terdiri dari mata air panas, sumur bor air panas, dan fumarol yang tersebar di tiga daerah, yaitu di Desa Sirambas, Longat, dan Desa Roburan Lombang. Penamaan dan pengelompokan manifestasi panas bumi berdasarkan pada tempat atau lokasi keberadaan manifestasi tersebut, seperti akan dibahas di bawah ini.

### Manifestasi Panas Bumi Sirambas

Manifestasi panas bumi di Desa Sirambas terdiri dari satu fumarol (Sampuraga-1) dan tiga mata air panas (Sampuraga-2, Sampuraga-3, dan Sampuraga-4).

### Fumarol Sampuraga-1

Sampuraga-1 merupakan manifestasi panas bumi berjenis fumarol yang terdapat di Komplek Wisata Sampuraga, yaitu pada koordinat UTM X = 559.250 mT dan Y = 90.247 mU. Manifestasi ini terdapat pada satuan Endapan Aliran Piroklastik. Hasil pengukuran di lapangan menunjukkan temperatur fumarolnya adalah sebesar 97.0 °C dan pH = 3.4. Uap air tipis dan berbau belerang lemah.

### Mata Air Panas Sampuraga-2

Sampuraga-2 merupakan manifestasi panas bumi berupa mata air panas. Manifestasi ini terdapat pada pinggir Sungai Sirambas, di sekitar Komplek wisata Sampuraga,

yaitu sekitar 50 meter ke arah timur dari Sampuraga-1 atau terletak pada koordinat UTM X = 559.251 mT dan Y = 90.154 mU. Mata air panas Sampuraga-2 muncul dari endapan aluvium yang terdapat di Sungai Sirambas. Hasil pengukuran di lokasi memperlihatkan temperatur air panasnya adalah 100.8 °C dengan pH sebesar 7.7, dan debit 1.0 L/detik. Air panas jernih, di permukaannya terdapat uap, di sekitarnya terdapat beberapa bagian dari material endapan (aluvium) memperlihatkan telah terbungkus oleh sinter karbonat.

#### **Mata Air Panas Sampuraga-3**

Manifestasi panas bumi Sampuraga-3 merupakan kumpulan beberapa mata air panas yang berada di sebelah timur Bukit Padang Kemuning, Komplek Wisata Sampuraga. Mata air panas Sampuraga-3 muncul di endapan aluvium aliran Sungai Sirambas pada koordinat UTM X = 559.323 mT dan Y = 90.448 mU. Pengukuran di lokasi menunjukkan bahwa air panasnya bertemperatur 97 °C, pH = 7.3, dan debit sebesar 2.0 L/detik. Air panas jernih, terdapat buahan, beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas Sampuraga-3 dikontrol oleh struktur geologi yang sama dengan mata air panas Sampuraga-2, yaitu Sesar Normal Sirambas.

#### **Mata Air Panas Sampuraga-4**

Manifestasi panas bumi Sampuraga-4 adalah berupa mata air panas yang berada di sisi barat Bukit Padang Kemuning, Desa Sirambas. Mata air panas Sampuraga-4 ini muncul pada satuan batuan sedimen, yaitu pada koordinat UTM X = 558.734 mT dan Y = 90.384 mU. Pengukuran di lokasi menunjukkan bahwa air panasnya bertemperatur 100.2 °C, pH = 6.88, dan debit sebesar 4.0 L/detik. Air panasnya jernih, terdapat buahan, beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas Sampuraga-4 diperkirakan dikontrol oleh struktur geologi Sesar Normal Sirambas.

#### **Manifestasi Panas Bumi Longat**

Manifestasi panas bumi Longat terdapat di Desa Longat yang berada di sebelah barat Manifestasi Sirambas. Manifestasi panas bumi Longat terdiri dari satu mata air panas (Mata Air Panas Longat) dan satu sumur bor air panas.

#### **Mata Air Panas Longat**

Mata air panas Longat berada di Bukit Sababatu, Desa Longat. Mata air panas ini muncul pada satuan batuan aliran piroklastik, yaitu pada koordinat UTM X = 557.354 mT dan Y = 90.234 mU. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa air panasnya bertemperatur 42 °C, pH = 7.01, dan debit sebesar 0.5 L/detik. Air panasnya jernih, sedikit beruap, dan terdapat sinter karbonat. Pemunculan mata air panas Longat dikontrol oleh Sesar Normal Longat.

#### **Sumur Bor Air Panas Longat**

Sumur bor air panas Longat merupakan lobang bor hasil pengeboran pada tahun 1980 yang terletak di Bukit Sababatu, sekitar 200 m di sebelah timur mata air panas Longat, yaitu pada koordinat UTM X = 557.426 mT dan Y = 90.508 mU. Hasil pengukuran terhadap air panas yang keluar dari pipa yang berasal dari lobang bor memiliki temperatur 43 °C, pH = 7.7. Air panasnya jernih dengan debit sebesar 3 L/detik.

#### **Manifestasi Panas Bumi Roburan Lombang**

Manifestasi panas bumi Roburan Lombang terdiri dari mata air panas yang terdapat di Desa Roburan Lombang, yaitu bagian selatan daerah penyelidikan pada koordinat UTM X = 561.648 mT dan Y = 83.177 mU. Mata air panas ini muncul pada batuan aliran piroklastik. Oleh penduduk sekitar dimanfaatkan sebagai kolam pemandian air panas. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa air panasnya yang jernih dan tidak berbau tersebut memiliki temperatur 49.8 °C, pH = 7.25, dan debitnya 2 L/detik.

#### **PEMBAHASAN**

Geomorfologi daerah panas bumi Sampuraga didominasi oleh satuan perbukitan berlereng terjal yang tersebar di bagian barat. Membentuk daerah perbukitan yang dibentuk oleh vulkanik tua berumur Tersier. Bagian timurnya terdiri dari satuan perbukitan bergelombang dan pedataran yang berada pada zona depresi. Morfologi perbukitan bergelombang dibentuk oleh Endapan Aliran Piroklastik sedangkan morfologi pedataran dibentuk oleh endapan danau.

Batuan tertua yang ada di daerah ini adalah batuan terobosan berupa granit berumur Kapur yang menempati bagian timur laut daerah panas bumi Sampuraga. Batuan vulkanik Tersier yang terdiri dari lava dan piroklastik tersebar di bagian barat dan selatan tenggara

Satuan Endapan Aliran Piroklastik tersebar di bagian selatan dan tengah daerah panas bumi Sampuraga, memanjang ke utara dan menutupi sekitar 23% luas areal daerah telitian Satuan ini terbentuk sebagai Endapan Aliran Piroklastik daratan yang berumur Kuartar Bawah

Satuan ini mengisi celah depresi Panyabungan dan mengikuti celah yang dibentuk jalur sesar. Dari kenampakan morfografi menunjukkan bahwa satuan ini membentuk perbukitan berlereng sedang yang memanjang searah dengan struktur sesar dari arah selatan ke utara tetapi tidak berhubungan dengan morfologi gunungapi Sorik Merapi. Satuan ini terbentuk jauh di bagian selatan Gunungapi Sorik Merapi. Mengacu pada konsep Vulkanistratigrafi, maupun Morfostratigrafi (Astadiredja, 1982) maka Satuan Endapan Aliran Piroklastik adalah tidak tergolong dalam produk Gunungapi Sorik Merapi.

Batuannya berkomposisi dominan dasitan berukuran pasir - bongkah, fragmen batuan andesitan dan batuapung (*pumice*) berukuran pasir - kerikil yang cukup padu. Kondisi singkapan batuan (*outcrop*) umumnya relatif segar, sebagian masif dan setempat memperlihatkan perlapisan dengan kemiringan yang relatif masih normal.

Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini diperkirakan berumur Kuartar Bawah, menutupi struktur sesar yang ada di daerah telitian, diperkirakan sebagai endapan vulkanik dari kegiatan erupsi celah (*fissure eruption*) dan dimungkinkan struktur sesar di daerah ini sebagai media pembentukannya.

Sebagian lagi didaerah lain satuan batuan ini tersesarkan, sehingga memperlihatkan Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini berumur relatif lebih muda dibandingkan dengan struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga. Pada bagian didaerah dimana Endapan Aliran Piroklastik ini memperlihatkan gejala semacam ini, terpotong oleh struktur sesar tersebut, menunjukkan bahwa struktur sesar didaerah ini adalah aktif kembali setelah terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik.

Aktifitas tektonik di daerah panas bumi Sampuraga cukup aktif dan yang paling berperan dalam pembentukan struktur geologi di daerah ini adalah aktifitas tektonik Plio-Plistosen yang juga terjadi secara regional. Beberapa struktur sesar normal yang membentuk sesar menangga

secara umum berpola hampir berarah utara-selatan. Pembentukan beberapa struktur ini membuka peluang bagi magma untuk muncul ke permukaan termasuk terbentuknya Endapan Aliran Piroklastik yang menyebar di sepanjang jalur sesar, sebagai hasil erupsi celah yang mengisi zona depresi.

Hampir seluruh struktur sesar di daerah ini ditutupi oleh endapan aliran piroklastik. Melihat penyebaran satuan endapan aliran piroklastik ini maka ditafsirkan bahwa Satuan Endapan Aliran Piroklastik ini adalah sebagai hasil erupsi celah yang terbentuk melalui celah sesar-sesar tersebut.

Pada bagian lain terdapat Endapan Aliran Piroklastik ini terpotong/tersesarkan, maka ditafsirkan bahwa struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga yang merupakan bagian dari sesar Sumatra adalah merupakan sesar aktif, atau pernah bergerak kembali setelah terendapkannya Satuan Endapan Aliran Piroklastik.

Proses aktifnya kembali sistem sesar didaerah ini ditimbulkan karena kekosongan di perut bumi karena keluarnya volume magma melalui celah sesar sebagai erupsi celah dan diendapkan kembali sebagai Endapan Aliran Piroklastik.

Karena kekosongan di bawah permukaan ini dan beban Endapan Aliran Piroklastik di permukaan, maka menjadikan tidak stabilnya kondisi daerah Sampuraga, sehingga sistem sesar menjadi tidak seimbang dan bergerak relatif turun. Proses demikian dapat diartikan sebagai proses Volcano Tektonik depression.

Pada saat ini celah pada sistem sesar ini banyak terindikasi munculnya manifestasi panas bumi, sebagai kelanjutan proses saat ini yang muncul melalui sesar sebagai media keluarnya air panas maupun fumarolla.

## SIMPULAN

Morfologi daerah penyelidikan didominasi oleh perbukitan berlereng terjal sampai bergelombang (71 %) yang menempati bagian barat, selatan, dan timur, sisanya di bagian utara dan tengah daerah penyelidikan merupakan pedataran.

**Berdasarkan Vulkanistratigrafi, maupun Morfostratigrafi maka Satuan Aliran Piroklastik (Qap) adalah bukan produk Gunungapi Sorik Merapi.**

Stratigrafi daerah panas bumi Sampuraga disusun oleh 9 satuan batuan, yang terdiri dari dua satuan batuan terobosan, satu satuan batuan sedimen, lima satuan batuan vulkanik, dan satu satuan endapan permukaan (aluvium).

Struktur yang berkembang di daerah panas bumi Sampuraga adalah sesar normal berarah baratlaut – tenggara (sesar normal Longat, Sirambas, Batang Gadis, dan sesar normal Panyabungan). Sesar normal Sirambas dan Longat merupakan struktur geologi yang mengontrol pemunculan mata air panas di daerah telitian

Struktur sesar di daerah panas bumi Sampuraga yang merupakan bagian dari struktur sesar Sumatra adalah sebagai pemicu/media terjadinya erupsi celah di daerah ini, sehingga terbentuklah Endapan Aliran Piroklastik, dengan penyebaran yang cukup luas.

Endapan Aliran Piroklastik pada posisi terpotong oleh struktur sesar di daerah ini menunjukkan bahwa setelah endapan aliran piroklastik di endapkan terjadilah pergerakan kembali sistem sesar di daerah ini dengan arah relatif turun, sehingga disebut sebagai sesar aktif.

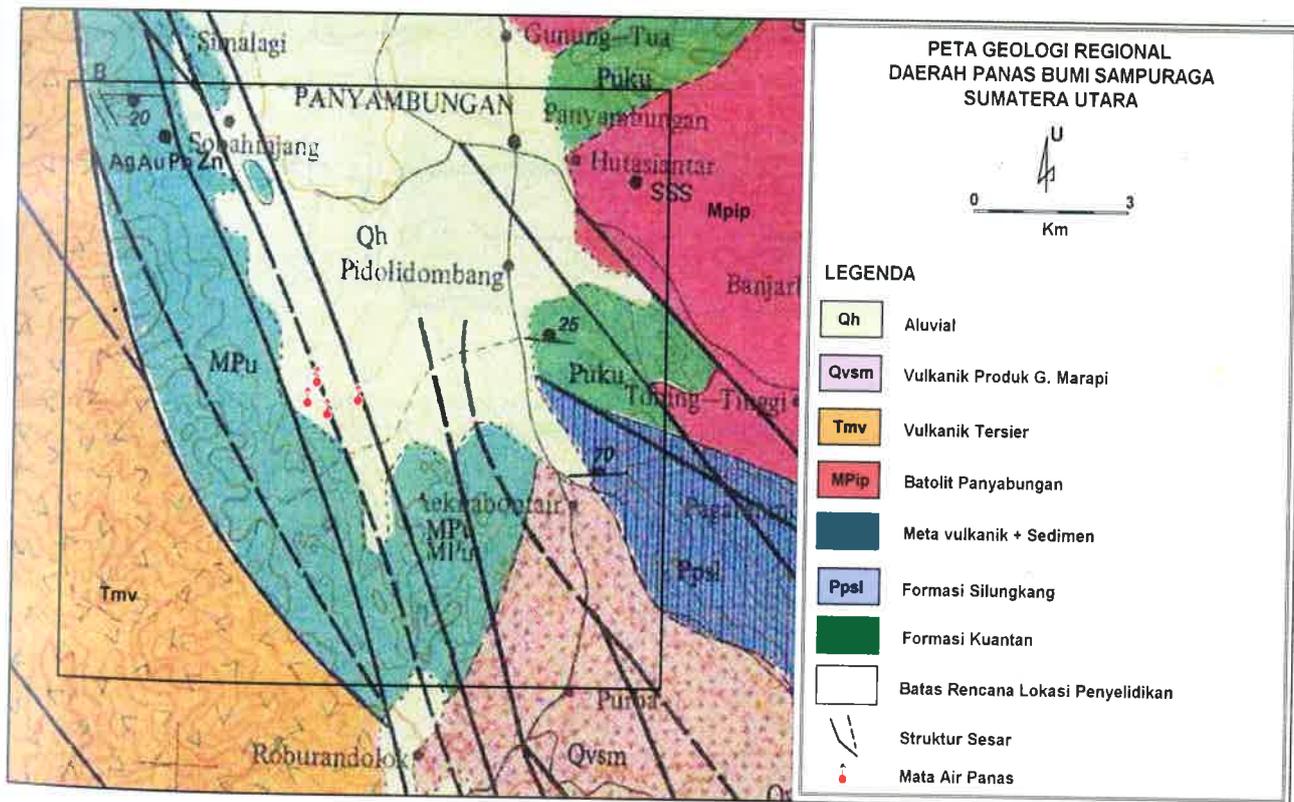
Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan secara umum muncul disepanjang jalur pensesaran dan sesar berfungsi sebagai medianya.

## ACUAN

- Akbar, N., 1972. Inventarisasi dan penyelidikan pendahuluan gejala panas bumi di daerah Sumatra Barat, bagian Proyek Survei Energi Geothermal, Dinas Vulkanologi, Direktorat Geologi, Bandung.
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. IA. The Hague. Netherlands.
- Distamben Kabupaten Pasaman, 2006. Potensi Energi Panas Bumi (Geothermal) Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat.
- Kastowo, Gerhard W. Leo, dkk. 1996. Peta Geologi Lembar Padang, Sumatera Barat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rock, N.M.S., dkk. 1983. Peta Geologi Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.



Gambar 1. Lokasi Daerah Panas Bumi Sampuraga, Madina, Sumatera Utara



Gambar 2. Peta Geologi Regional Daerah Panas Bumi Sampuraga, Madina, Sumatera Utara



## TINJAUAN PEMANFAATAN TAILING TAMBANG BIJIH UNTUK BAHAN BANGUNAN SEBAGAI SOLUSI DI BIDANG KONSTRUKSI

Oleh  
**Mangara P. Pohan**  
Penyelidik Bumi Madya  
Kelompok Program Penelitian Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Pembangunan perumahan dan infrastruktur merupakan industri yang membutuhkan biaya, bahan bangunan, dan energi cukup besar. Penghematan ketiga komponen dalam industri ini merupakan sasaran utama di hampir semua negara berkembang. Untuk mencapai sasaran ini, perlu ada usaha-usaha intensive yang dilakukan untuk mengefektifkan pemanfaatan limbah industri pertambangan (tailing).

Tailing selalu menjadi masalah serius, terutama dianggap sebagai perusak utama lingkungan, akan tetapi pada perkembangan saat ini tailing juga dapat dimanfaatkan. Agar tidak menimbulkan dampak negatif maka perlu pengelolaan yang lebih baik dengan memanfaatkan kembali secara optimal, tepat dan bijaksana, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kegunaannya sebagai bahan bangunan..

Pemanfaatan tailing hasil pengolahan bijih untuk bahan bangunan menjadi solusi di bidang konstruksi dan hal ini merupakan salah satu upaya penerapan kaidah konservasi yaitu optimalisasi bahan galian.

### ABSTRACT

*Housing and infrastructure development is an industry which requires big enough cost, construction/building materials, and energy. Saving on these three components in industrial business to be as a main target in almost all developing countries. To reach the target, there are intensive efforts should be done to effectively utilize that of mining waste disposal or tailing.*

*Tailing always becoming a serious problem which commonly to be considered as a main cause of environmental damage, but in fact it can also be utilized to good advantage. In order not to generate a negative impact hence it needs a better management by reutilizing it properly and wisely in optimum condition. One of the efforts which can be done is by increasing its usefulness as construction/building materials.*

*Utilization of the tailing to be as construction/building materials constituting a solution for energy saving, preservation of environment, and conservation of mineral resources.*

### PENDAHULUAN

Survey yang dilakukan oleh Lembaga Demografi Universitas Indonesia, memperkirakan jumlah penduduk Indonesia akan mencapai 273 juta pada tahun 2025 dengan pertumbuhan penduduk di bawah 1,5 persen (Media Indonesia Online, 2005). Dengan meningkatnya

jumlah penduduk tentunya akan meningkat pula kebutuhan akan perumahan dan infrastruktur, berarti dibutuhkan komponen bahan bangunan yang dapat diperoleh secara kontinyu, cepat dan dengan persediaan yang cukup memadai dalam menunjang industri konstruksi. Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan eksploitasi besar-besaran sumber daya alam untuk

memproduksi material konstruksi seperti, batu bata, batu gamping, pasir semen, baja, gelas/kaca dan aluminium.

Sejalan dengan meningkatnya industri konstruksi, isu penghematan sumber daya alam dan pelestarian lingkungan semakin kuat disuarakan.

Industri konstruksi lebih lanjut dapat menyebabkan berkurangnya hutan karena kebutuhan kayu dalam jumlah sangat besar, kenyataan kerusakan hutan di tanah air saat ini sudah sangat mengkhawatirkan. Tingkat kerusakan hutan mengalami peningkatan dari 1,8 juta hektar per tahun pada masa Orde Baru, sekarang mencapai 2,8 juta hektar per tahun. (M.S. Kaban/MENHUT, 2008)

Banyaknya kejadian bencana yang akhir-akhir ini menimpa diberbagai wilayah di Indonesia, terjadi akibat eksploitasi sumber daya alam secara besar-besaran, perlu kita renungkan sebagai bahan pelajaran berharga mengapa dan bagaimana untuk penanggulangan dimasa mendatang.

Upaya pemanfaatan tailing dari hasil pengolahan tambang bijih menjadi bahan dasar industri bangunan merupakan suatu alternatif untuk **mengurangi** eksploitasi sumber daya alam.

## TAILING HASIL PENGOLAHAN BIJIH

*Tailing* adalah bahan-bahan yang dibuang setelah proses pemisahan material berharga dari material yang tidak berharga dari suatu bijih. *Tailing* yang merupakan limbah hasil pengolahan bijih sudah dianggap tidak berpotensi lagi untuk di manfaatkan, akan tetapi dengan hasil penelitian dan kemandirian teknologi saat ini *tailing* tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan.

Keberadaan *tailing* dalam dunia pertambangan tidak bisa dihindari, dari penggalian atau penambangan yang dilakukan hanya < 3% bijih menjadi produk utama, produk sampingan, sisanya menjadi waste dan *tailing*. Secara fisik komposisi *tailing* terdiri dari 50% fraksi pasir halus dengan diameter 0,075 – 0,4 mm, dan sisanya berupa fraksi lempung dengan diameter 0,075 mm. Umumnya *tailing* hasil penambangan mengandung mineral yang secara langsung tergantung pada komposisi bijih yang diusahakan.

*Tailing* hasil penambangan emas umumnya mengandung mineral inert (tidak aktif) seperti; kuarsa, kalsit dan berbagai jenis aluminosilikat, serta biasanya masih mengandung emas. *Tailing* hasil penambangan emas mengandung salah satu atau lebih bahan berbahaya beracun seperti; Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (pb), Merkuri (Hg) Sianida (Cn) dan lainnya. Logam-logam yang berada dalam *tailing* sebagian adalah logam berat yang masuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Mineral berkadar belerang tinggi dalam *tailing* sering menjadi satu sumber potensial bagi timbulnya air asam tambang.

## PEMANFAATAN TAILING

Dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, dan untuk memenuhi tuntutan hidup serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, perlu diimbangi dengan peningkatan kebutuhan akan perumahan, infratraktur, dan sarana penunjang kegiatan sehari-hari seperti perkantoran, sekolah, pasar dan lainnya. Industri konstruksi ini membutuhkan sumber daya alam yang besar seperti, pasir, gamping, alumunium, besi dan juga kayu. Eksploitasi sumber daya alam ini akan menyebabkan rusaknya hutan, lahan pertanian, dan tentunya berkurangnya sumber daya alam. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan cara meningkatkan pemanfaatan *tailing* sebagai bahan bangunan.

Pengembangan bahan bangunan dari *tailing* ini selain dapat menunjang kebutuhan pembangunan juga dapat memecahkan masalah lingkungan yang selanjutnya produk ini dapat dikategorikan sebagai *bahan bangunan ekologis*.

Pemanfaatan *tailing* untuk bahan bangunan atau konstruksi, telah dilakukan oleh beberapa negara termasuk Indonesia melalui penelitian-penelitian, diantaranya :

- a. *Tailing* sebagai material konstruksi ringan *Tailing* hasil tambang bijih porpuri di Negara Bagian Arizona, Amerika Serikat, telah dimanfaatkan untuk membuat suatu material konstruksi kelas ringan, yang dikenal secara umum sebagai *autoclaved aerated cement* , disingkatkan AAC dengan bahan baku utama silika (SiO<sub>2</sub>).

Tambang porpiri di negara bagian ini umumnya batuan induknya berupa batuan silika, sehingga jumlah pasir silika cukup berlimpah. Ukuran butir dari pasir silikanya bundar kecil yang pada hakekatnya setara dengan ukuran bentuk butir silika yang di haruskan untuk menghasilkan material bangunan ringan AAC. Material bangunan ringan AAC dengan bahan baku pasir silika dari tailing tersebut, mempunyai sifat sebagai isolator panas yang sangat baik, bahan kedap suara dan material dengan kualitas yang diinginkan serta sebanding dengan material bahan bangunan AAC yang menggunakan pasir silika yang bersumber dari bahan material bukan tailing ([www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com))

- b. Bahan bangunan dan keramik  
Ahli geologi dan tambang dari tambang Idaho-Maryland, USA, menemukan suatu proses penghalusan dari tailing atau batuan limbah dari tambang tersebut untuk dibuat material bahan bangunan dan keramik, melalui proses *Ceramext<sup>TM</sup>*. Proses ini dilakukan pada tekanan pada ruangan hampa yang dipanaskan (Idaho-Maryland Mining Corp, 2008).
- c. Tailing untuk pembuatan batu bata  
Di daerah pedesaan negara Jamaica, pembangunan perumahan sangat kurang dikarenakan mahalnya bahan bangunan. Jamaica Bauxite Institute, bekerjasama dengan Universitas Toronto, mengembangkan bahan bangunan berupa batu bata yang murah dengan menggunakan tailing hasil industri aluminium negeri itu (Dennis Morr and Wesley Harley).
- d. Tailing untuk pembuatan semen kekuatan tinggi, keramik, batubata.  
Pada tahun 1990, Akademi Ilmu Geologi Cina mendirikan Pusat Teknik untuk pemanfaatan tailing, dan merupakan yang pertama di Negeri China, untuk melakukan penyelidikan daerah tailing yang prospek untuk dimanfaatkan kembali. Lembaga ini menganalisa sifat-sifat sumber daya dan potensi dari berbagai jenis tailing, dan mengembangkan teknologi untuk membuat sejumlah produk-produk yang berharga dari tailing. Produk-produk ini termasuk semen

kekuatan tinggi, bahan bangunan keramik, batu bata, dan bahan-bahan hiasan yang dibuat dari granit ([web@acca21.edu.cn](mailto:web@acca21.edu.cn)).

- e. Tailing sebagai campuran beton  
PT Freeport Indonesia bekerja sama dengan Institut Teknologi Bandung telah berhasil membuat beton dengan bahan dasar tailing dari pertambangan tembaga, dan emas, dan merupakan hasil penelitian beberapa tahun. Penggunaan tailing sebagai bahan dasar pembuatan beton telah dilakukan pada tahun 2001 untuk pembangunan jalan menuju tambang Gresberg di M.28 (foto 1), pembangunan jembatan S. Kaoga (foto 2), dan beberapa konstruksi lainnya. Beton ini disebut Beton Polimer dengan komposisi semen portland 29,4%, polimer 0,6 %, dan tailing 70%, dan telah memperoleh sertifikat Pengujian dari Departemen KIMPRASWIL pada tahun 2004 (PT Freeport Indonesia, 2006). Saat ini tailing juga telah digunakan untuk bahan bangunan untuk pembangunan perumahan karyawan.
- f. Tailing untuk membuat *paving block*  
Penelitian yang dilakukan oleh Tim KPP Konservasi di P. Bintan, mengungkapkan bahwa tailing hasil pencucian bauksit telah dicoba untuk dibuat bahan bangunan oleh ex karyawan PT Aneka Tambang di P. Bintan, dan berhasil baik. Prosesnya sederhana, tailing hasil pencucian bauksit, dicuci kembali untuk menghilangkan sisa air laut yang terdapat pada tailing, kemudian di saring. Dengan tambahan semen, kemudian dengan alat sederhana (foto 3) dicetak menjadi batako (foto 4), dan *paving block* (foto 5). Hasil inovatif tersebut telah digunakan untuk pembatas jalan, dan tembok pagar masjid yang terletak di kompleks perkantoran PT Aneka Tambang (foto 6). dan banyak diminati oleh rakyat setempat karena murah.

## PEMBAHASAN

Pembangunan akan memberikan kemajuan bagi masyarakat tetapi juga harus disadari sedikit banyak pembangunan juga membawa berbagai masalah dengan meningkatnya kebutuhan akan sumber daya alam,

kekurangbijakan dalam pengelolaannya dapat berdampak terhadap lingkungan.

Bencana alam yang akhir-akhir ini banyak menimpa diberbagai wilayah Indonesia, umumnya akibat rusaknya hutan akibat eksploitasi sumber daya alam yang tidak terkontrol. Selain perambah hutan, kegiatan pertambangan juga dituduh sebagai salah satu perusak lingkungan dan bencana alam. Secara garis besar kerusakan lingkungan dan bencana alam tersebut telah merugikan kehidupan manusia dan kelestarian alam, dampak yang di timbulkan secara langsung maupun tidak langsung semuanya akan berakibat pada kerugian ekonomi dan sosial.

Pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan wacana baru yang harus dikembangkan baik dalam penyelenggaraan maupun pengelolaannya. Ini berarti setiap kegiatan pembangunan haruslah diikuti dengan berbagai analisis yang mencakup aspek fungsi, manfaat, dan dampak yang mungkin ditimbulkan.

Untuk memperoleh bahan bangunan seperti kayu, batu bata, semen, baja, gelas/kaca dan aluminium untuk menghasilkan material konstruksi, sangat memerlukan sejumlah energi besar untuk menggerakkan alat-alat besar atau pengolahannya, yang selanjutnya menghabiskan sumber daya alam dan menambah mahal material bangunan. Industri konstruksi lebih lanjut menghabiskan hutan-hutan karena memerlukan kayu dengan jumlah sangat besar untuk konstruksi bangunan dan perumahan.

*Tailing* adalah salah satu bahan dasar yang dapat digunakan untuk memproduksi bahan bangunan. Umumnya keberadaannya tersingkap, mudah pemercontohnya dan dekat lokasi tambang, untuk mengelolanya tidak diperlukan pembabatan hutan, pengupasan tanah penutup, eksplorasi, serta lokasinya mudah dijangkau.

Pemanfaatan *tailing* sebagai bahan bangunan tentunya tidak dilakukan secara langsung, diperlukan penelitian-penelitian untuk mengetahui sifat-sifat *tailing*, kandungan mineral yang ada, jenis materialnya. Telah diketahui *tailing* dari hasil industri pertambangan umumnya masih mengandung bahan beracun, sebagai contoh *tailing* hasil penambangan emas mengandung salah satu atau lebih bahan berbahaya beracun seperti; Arsen (As), Kadmium (Cd), Timbal (pb), Merkuri (Hg) Sianida (Cn) dan lainnya. Logam-logam yang berada

dalam *tailing* sebagian adalah logam berat yang masuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Bahan berbahaya ini juga terdapat pada *tailing* pengolahan alumunium berupa lumpur merah mengandung NaOH, sodium sianida, dan fluoride. Merkuri merupakan bahan berbahaya, digunakan oleh rakyat pada penambangan emas aluvial dan penanganannya umumnya tidak melalui proses yang baku sehingga penyebarannya Hg sangat signifikan di daerah-daerah *tailing* tambang rakyat emas aluvial.

Dengan demikian pemakaian *tailing* untuk bahan bangunan sebelumnya harus dilakukan penelitian untuk menganalisis kelayakan *tailing*, apakah *tailing* itu mengandung senyawa kimia atau unsur-unsur yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan hidup atau tidak.

Hal ini dilakukan untuk menghindari dampak negatif akibat pemakaian *tailing* sebagai bahan bangunan dalam jangka panjang.

## KESIMPULAN

Kebutuhan perumahan, infrastruktur, dan sarana umum akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, menyebabkan kebutuhan akan bahan bangunan meningkat pula. Hal ini akan menyebabkan eksploitasi sumber daya alam seperti, pasir, gamping, semen, alumunium, besi dan kayu untuk memperoleh bahan dasar bangunan sebagai penunjang industri konstruksi semakin meningkat. Kegiatan ini menyebabkan rusaknya hutan, lahan pertanian, dan tentunya berkurangnya sumber daya alam. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan cara meningkatkan kegunaan *tailing* sebagai bahan dasar industri bangunan.

Umumnya keberadaan *tailing*, mudah pemercontohnya dan dekat lokasi tambang, untuk memanfaatkannya tidak diperlukan pembabatan hutan, pengupasan tanah penutup, eksplorasi, serta lokasinya mudah dijangkau. Sehingga pemanfaat *tailing* sebagai bahan bangunan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi eksploitasi sumber daya alam, dampak kerusakan alam, dan secara tidak langsung juga penghematan pemakaian energi.

Sebelum tailing digunakan sebagai bahan bangunan, perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan mineral yang mungkin masih dapat diproses secara ekonomis. Selanjutnya agar penggunaan tailing sebagai bahan bangunan tidak berdampak negatif, harus dilakukan juga penelitian untuk menganalisis apakah tailing tersebut mengandung senyawa kimia atau unsur-unsur yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan.

Dengan dikembangkannya bahan bangunan dari tailing dapat memenuhi kebutuhan dalam mendukung program pembangunan di bidang industri konstruksi sekaligus penanganan masalah lingkungan.

#### ACUAN

Dennis Morr and Wesley Harley, *Bauxite Waste Building Material*, Jamaica Bauxite Institute, JAMAICA.

Idaho-Maryland Mining Corp, 2008, *The Ceremex™ Procces*, Golden Bear Ceramic Company.

Media Indonesia Online, 2005, berita peluncuran buku "*Proyeksi Penduduk Indonesia 2000-2025*", Kementerian Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas dan Badan Pusat Statistik (BPS) bekerja sama dengan Lembaga Dana Kependudukan PBB, Jakarta.

M.S. Kaban/MENHUT, 2008, pernyataan dalam " *pertemuan para pengasuh pondok pesantren se-Jateng di Hotel Kediri, Bandung*", Koran Sore Wawasan, 14 Januari 2008.

PT Freeport Indonesia, 2006, presentasi "*Tailing Bukan Limbah – Tailing Adalah Sumber Daya – Tailing Dapat Menjadi Bahan Konstruksi*", PT Freeport Indonesia.

[www.freepatentsonline.com](http://www.freepatentsonline.com) „ *Method of environmenta cleanup and producing building material using copper mine tailings waste material*, United States Patent 5286427

[web@acca21.edu.cn](mailto:web@acca21.edu.cn), *Conservation and Sustainable Utilization of Natural Resources*, Haidian District, Beijing 100089, People's Republic of China.



Sumber PT Freeport Indonesia

Foto 1. Jalan beton dari bahan dasar tailing digunakan untuk pembuatan jalan di wilayah pertambangan PT Freeport Indonesia (jalan M.28)



Sumber PT Freeport Indonesia

Foto 2. Beton dengan bahan dasar tailing digunakan untuk pembuatan jembatan S. Kaoga



Foto 3. Pembuatan paving block dan batako dengan alat sederhana, bahan dari tailing hasil pengolahan bauksit di P. Bintang (foto MPPohan, 2007)



Foto 4. Batako bahan dasar tailing hasil pengolahan bauksi (foto MPPohan, 2007)



Foto 5. Paving block dari bahan dasar tailing hasil pengolahan bauksi (foto MPPohan, 2007)



Foto 6. Paving block dan batako digunakan untuk bahan bangunan masjid di komplek PT ANTAM P. Bintang (foto MPPohan, 2007)

## TINJAUAN REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG DAN ASPEK KONSERVASI BAHAN GALIAN

Oleh  
**Sabtanto Joko Suprpto**  
Kelompok Program Penelitian Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Masalah utama yang timbul pada wilayah bekas tambang adalah perubahan lingkungan. Perubahan kimiawi terutama berdampak terhadap air tanah dan air permukaan, berlanjut secara fisik perubahan morfologi dan topografi lahan. Lebih jauh lagi adalah perubahan iklim mikro yang disebabkan perubahan kecepatan angin, gangguan habitat biologi berupa flora dan fauna, serta penurunan produktivitas tanah dengan akibat menjadi tandus atau gundul. Mengacu kepada perubahan tersebut perlu dilakukan upaya reklamasi. Selain bertujuan untuk mencegah erosi atau mengurangi kecepatan aliran air limpasan, reklamasi dilakukan untuk menjaga lahan agar tidak labil dan lebih produktif. Akhirnya reklamasi diharapkan menghasilkan nilai tambah bagi lingkungan dan menciptakan keadaan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keadaan sebelumnya.

Bentuk permukaan wilayah bekas tambang pada umumnya tidak teratur dan sebagian besar dapat berupa morfologi terjal. Pada saat reklamasi, lereng yang terlalu terjal dibentuk menjadi teras-teras yang disesuaikan dengan kelerengan yang ada, terutama untuk menjaga keamanan lereng tersebut. Berkaitan dengan potensi bahan galian tertinggal yang belum dimanfaatkan, diperlukan perhatian mengingat hal tersebut berpotensi untuk ditambang oleh masyarakat atau ditangani agar tidak menurun nilai ekonominya.

### ABSTRACT

*Main problem raises at post-mining area is environmental change. Chemical change affects particularly groundwater and surface water prior to physically change of morphology and land topography. Further, changing also micro climate due to change of wind velocity, disturbing biological habitats such as flora and fauna and degradation of soil productivity with result either infertility or denudation of land. Base on those changing, though reclamation is needed to be done. Despite avoiding erosion or decreasing velocity of water's run off, reclamation is done to maintain land from instability and making more productive condition. Finally, reclamation is hopefully to yield added value to environment and creating much better condition compared with the past.*

*Surficial form of post-mining area is generally irregular and mostly as steep morphology. At the time reclamation, steep morphologist are formed to be terraces which appropriate with original slope in order to maintain secured slope condition. Concerning with abandoned mining deposit which haven't utilities yet, it's needed for attention of being potency for either exploitation by public or being managed it in order to avoid decreasing its economic value.*

### PENDAHULUAN

Reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya.

Pembangunan berwawasan lingkungan menjadi suatu kebutuhan penting bagi setiap bangsa dan negara yang menginginkan kelestarian sumberdaya alam. Oleh sebab itu, sumberdaya alam perlu dijaga dan dipertahankan untuk kelangsungan hidup manusia kini, maupun untuk generasi yang akan datang (Arif, 2007).

Manusia merupakan penyebab utama terjadinya kerusakan lingkungan (ekosistem). Dengan semakin bertambahnya jumlah populasi manusia, kebutuhan hidupnya pun meningkat, akibatnya terjadi peningkatan permintaan akan lahan seperti di sektor pertanian dan pertambangan. Sejalan dengan hal tersebut dan dengan semakin hebatnya kemampuan teknologi untuk memodifikasi alam, maka manusia yang merupakan faktor yang paling penting dan dominan dalam merestorasi ekosistem rusak.

Kegiatan pembangunan seringkali menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga menyebabkan penurunan mutu lingkungan, berupa kerusakan ekosistem yang selanjutnya mengancam dan membahayakan kelangsungan hidup manusia itu sendiri. Kegiatan seperti pembukaan hutan, penambangan, pembukaan lahan pertanian dan pemukiman, bertanggung jawab terhadap kerusakan ekosistem yang terjadi. Akibat yang ditimbulkan antara lain kondisi fisik, kimia dan biologis tanah menjadi buruk, seperti contohnya lapisan tanah tidak berprofil, terjadi *bulk density* (pemadatan), kekurangan unsur hara yang penting, pH rendah, pencemaran oleh logam-logam berat pada lahan bekas tambang, serta penurunan populasi mikroba tanah. Untuk itu diperlukan adanya suatu kegiatan sebagai upaya pelestarian lingkungan agar tidak terjadi kerusakan lebih lanjut. Upaya tersebut dapat ditempuh dengan cara merehabilitasi ekosistem yang rusak. Dengan rehabilitasi tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki ekosistem yang rusak sehingga dapat pulih, mendekati atau bahkan lebih baik dibandingkan kondisi semula (Rahmawaty, 2002).

Kegiatan pertambangan bahan galian berharga dari lapisan bumi telah berlangsung sejak lama. Selama kurun waktu 50 tahun, konsep dasar pengolahan relatif tidak berubah, yang berubah adalah skala kegiatannya. Mekanisasi peralatan pertambangan telah menyebabkan skala pertambangan semakin membesar. Perkembangan teknologi pengolahan menyebabkan ekstraksi bijih kadar rendah menjadi lebih ekonomis, sehingga semakin luas dan semakin dalam mencapai lapisan bumi jauh di bawah permukaan. Hal ini menyebabkan kegiatan tambang menimbulkan dampak lingkungan yang sangat besar dan bersifat penting. Pengaruh kegiatan pertambangan mempunyai dampak yang sangat signifikan terutama berupa pencemaran air permukaan dan air tanah.

Sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak dan bahan tambang lainnya apabila diekstraksi harus dalam perencanaan yang matang untuk mewujudkan proses pembangunan nasional berkelanjutan (Arif, 2007). Di antara keberlanjutan pembangunan tersebut yaitu dapat terwujudnya **masyarakat mandiri pasca penutupan/pengakhiran tambang (Pribadi, 2007). Aktifitas ekonomi tetap berjalan setelah pengakhiran tambang, dan tidak terjadi "Ghost Town" (Kota Hantu).**

Daerah yang telah dilakukan pengakhiran tambang tidak selalu berdampak potensi bahan galiannya habis sama sekali. Komoditas bahan galian tertentu dapat masih tertinggal sebagai akibat tidak mempunyai nilai ekonomi bagi pelaku usaha yang bersangkutan. Akan tetapi sumber daya bahan galian tersebut dalam jangka panjang dapat berpeluang untuk diusahakan apabila antara lain terjadi perubahan harga atau kebutuhan yang meningkat signifikan.

Reklamasi lahan bekas tambang selain merupakan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan pasca tambang, agar menghasilkan lingkungan ekosistem yang baik dan diupayakan menjadi lebih baik dibandingkan rona awalnya, dilakukan dengan mempertimbangkan potensi bahan galian yang masih tertinggal.

#### KEGIATAN PERTAMBANGAN DAN ASPEK LINGKUNGAN

Kegiatan pertambangan merupakan kegiatan usaha yang kompleks dan sangat rumit, sarat risiko, merupakan kegiatan usaha jangka panjang, melibatkan teknologi tinggi, padat modal, dan aturan regulasi yang dikeluarkan dari beberapa sektor. Selain itu, kegiatan pertambangan mempunyai daya ubah lingkungan yang besar, sehingga memerlukan perencanaan total yang matang sejak tahap awal sampai pasca tambang. Pada saat membuka tambang, sudah harus difahami bagaimana menutup tambang. Rehabilitasi/reklamasi tambang bersifat progresif, sesuai rencana tata guna lahan pasca tambang.

Tahapan kegiatan perencanaan tambang meliputi penaksiran sumberdaya dan cadangan, perancangan batas penambangan (*final/ultimate pit limit*), pentahapan tambang, penjadwalan produksi tambang, perancangan tempat penimbunan (*waste dump design*), perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja, perhitungan biaya modal



dan biaya operasi, evaluasi finansial, analisis dampak lingkungan, tanggung jawab sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility*) termasuk pengembangan masyarakat (*Community Development*) serta Penutupan tambang.

Perencanaan tambang, sejak awal sudah melakukan upaya yang sistematis untuk mengantisipasi perlindungan lingkungan dan pengembangan pegawai dan masyarakat sekitar tambang (Arif, 2007).

Kegiatan pertambangan pada umumnya memiliki tahap-tahap kegiatan sebagai berikut :

- o Eksplorasi
- o Ekstraksi dan pembuangan limbah batuan
- o Pengolahan bijih dan operasional pabrik pengolahan
- o Penampungan *tailing*, pengolahan dan pembuangannya
- o Pembangunan infrastruktur, jalan akses dan sumber energi
- o Pembangunan kamp kerja dan kawasan pemukiman

Pengaruh pertambangan pada aspek lingkungan terutama berasal dari tahapan ekstraksi dan pembuangan limbah batuan, dan *pengolahan bijih serta operasional pabrik pengolahan*.

### Ekstraksi dan Pembuangan Limbah Batuan

Diperkirakan lebih dari 2/3 kegiatan ekstraksi bahan mineral di dunia dilakukan dengan pertambangan terbuka. Teknik tambang terbuka biasanya dilakukan dengan *open-pit mining*, *strip mining*, dan *quarrying*, tergantung pada bentuk geometris tambang dan bahan yang digali.

Ekstraksi bahan mineral dengan tambang terbuka sering menyebabkan terpotongnya puncak gunung dan menimbulkan lubang yang besar. Salah satu teknik tambang terbuka adalah metode *strip mining* (tambang bidang). Dengan menggunakan alat pengeruk, penggalian dilakukan pada suatu bidang galian yang sempit untuk mengambil mineral. Setelah mineral diambil, dibuat bidang galian baru di dekat lokasi galian yang lama. Batuan limbah yang dihasilkan digunakan untuk menutup lubang yang dihasilkan oleh galian sebelumnya. Teknik tambang seperti ini biasanya digunakan untuk menggali

deposit batubara yang tipis dan datar yang terletak didekat permukaan tanah.

Teknik penambangan *quarrying* bertujuan untuk mengambil batuan ornamen, dan bahan bangunan seperti pasir, kerikil, bahan industri semen, serta batuan urugan jalan. Untuk pengambilan batuan ornamen diperlukan teknik khusus agar blok-blok batuan ornamen yang diambil mempunyai ukuran, bentuk dan kualitas tertentu. Sedangkan untuk pengambilan bahan bangunan tidak memerlukan teknik yang khusus. Teknik yang digunakan serupa dengan teknik tambang terbuka.

Tambang bawah tanah digunakan jika zona mineralisasi terletak jauh di bawah permukaan tanah sehingga jika digunakan cara tambang terbuka jumlah batuan penutup yang harus dipindahkan terlalu besar. Produktifitas tambang bawah tanah 5 sampai 50 kali lebih rendah dibanding tambang terbuka, karena ukuran alat yang digunakan lebih kecil dan akses ke dalam lubang tambang lebih terbatas.

Kegiatan ekstraksi menghasilkan limbah/waste dalam jumlah yang sangat banyak. Total waste yang diproduksi dapat bervariasi antara 10 % sampai sekitar 99,99 % dari total bahan yang ditambang. Limbah utama yang dihasilkan adalah batuan penutup dan limbah batuan. Batuan penutup (*overburden*) dan limbah batuan adalah lapisan batuan yang tidak/miskin mengandung mineral ekonomi, yang menutupi atau berada di antara zona mineralisasi atau batuan yang mengandung mineral dengan kadar rendah sehingga tidak ekonomis untuk diolah. Penutup umumnya terdiri dari tanah permukaan dan vegetasi sedangkan batuan limbah meliputi batuan yang dipindahkan pada saat pembuatan terowongan, pembukaan dan eksploitasi singkapan bijih serta batuan yang berada bersamaan dengan singkapan bijih.

Hal-hal pokok yang perlu mendapatkan perhatian pada kegiatan ekstraksi dan pembuangan limbah/waste agar sejalan dengan upaya reklamasi adalah :

- o Luas dan kedalaman zona mineralisasi
- o Jumlah batuan yang akan ditambang dan yang akan dibuang yang akan menentukan lokasi dan desain penempatan limbah batuan.
- o Kemungkinan sifat racun limbah batuan
- o Potensi terjadinya air asam tambang

- Dampak terhadap kesehatan dan keselamatan yang berkaitan dengan kegiatan transportasi, penyimpanan dan penggunaan bahan peledak dan bahan kimia racun, bahan radio aktif di kawasan penambangan dan gangguan pernapasan akibat pengaruh debu.
- Sifat-sifat geoteknik batuan dan kemungkinan untuk penggunaannya untuk konstruksi sipil (seperti untuk *landscaping*, dam *tailing*, atau lapisan lempung untuk pelapis tempat pembuangan *tailing*).
- Pengelolaan (penampungan, pengendalian dan pembuangan) lumpur (untuk pembuangan *overburden* yang berasal dari sistem penambangan *dredging* dan semprot).
- Kerusakan bentang lahan dan keruntuhan akibat penambangan bawah tanah.
- Terlepasnya gas metan dari tambang batubara bawah tanah.

**Pengolahan Bijih dan Operasional Pabrik Pengolahan**

Pengolahan bijih akan menghasilkan limbah yang mempunyai karakteristik tergantung pada jenis bijih dan metoda pengolahannya. Penanganan dan penempatan limbah tersebut dalam rangka merehabilitasi/reklamasi lingkungan pasca tambang mempertimbangkan karakteristik kimia dan fisika limbah.

Mekanisme pengolahan bijih tergantung pada jenis tambang. Umumnya pengolahan bijih terdiri dari proses *benefication* dimana bijih yang ditambang diproses menjadi konsentrat bijih untuk diolah lebih lanjut atau dijual langsung, diikuti dengan pengolahan *metalurgi* dan *refining*. Proses *benefication* umumnya terdiri dari kegiatan persiapan, penghancuran dan atau penggilingan, peningkatan konsentrasi dengan gravitasi atau pemisahan secara magnetis atau dengan menggunakan metode *flotasi* (pengapungan), yang diikuti dengan *dewatering* dan penyaringan. Hasil dari proses ini adalah konsentrat bijih dan limbah dalam bentuk *tailing* serta emisi debu. *Tailing* biasanya mengandung bahan kimia sisa proses dan logam berat.

Pengolahan metalurgi bertujuan untuk mengisolasi logam dari konsentrat bijih dengan metode *pyrometalurgi*, *hidrometalurgi* atau *elektrometalurgi* baik dilakukan

sebagai proses tunggal maupun kombinasi. Proses *pyrometalurgi* seperti *roasting* (pembakaran) dan *smelting* menyebabkan terjadinya gas buang ke atmosfer (sebagai contoh: sulfur dioksida, partikulat dan logam berat) dan *slag*.

Proses pengolahan bijih bertujuan untuk mengatur ukuran partikel bijih, menghilangkan bagian-bagian yang tidak diinginkan, meningkatkan kualitas, kemurnian atau kadar bahan yang diproduksi. Proses ini biasanya terdiri dari : penghancuran, penggilingan, pencucian, pelarutan, kristalisasi, penyaringan, pemilahan, pembuatan ukuran tertentu, *sintering* (penggunaan tekanan dan panas dibawah titik lebur untuk mengikat partikel-partikel logam), *pelletizing* (pembentukan partikel-partikel logam menjadi butiran-butiran kecil), kalsinasi untuk mengurangi kadar air dan/atau karbondioksida, *roasting* (pemanggangan), pemanasan, klorinasi untuk persiapan proses lindian, pengentalan secara gravitasi, pemisahan secara magnetis, pemisahan secara elektrostatis, flotasi (pengapungan), penukar ion, ekstraksi pelarut, elektrowining, presipitasi, amalgamasi dan *heap leaching*.

Proses pengolahan yang paling umum dilakukan adalah pemisahan secara gravitasi (digunakan untuk cebakan emas letakan), penggilingan dan pengapungan (digunakan untuk bijih besi yang bersifat basa), pelindian (dengan menggunakan tangki atau *heap leaching*; pelindian timbunan (digunakan untuk bijih tembaga/emas kadar rendah, Gambar 1) dan pemisahan secara magnetis. Tipikal langkah-langkah pengolahan meliputi penggilingan, pencucian, penyaringan, pemilahan, penentuan ukuran, pemisahan secara magnetik, oksidasi bertekanan, pengapungan, pelindian, pengentalan secara gravitasi, dan penggumpalan (*pelletizing*, *sintering*, *briquetting*, dan *nodulizing*).

Proses pengolahan bijih menghasilkan partikel berukuran seragam, menggunakan alat penghacur dan penggilingan. Tiga tahap penghacuran umumnya diperlukan untuk memperoleh ukuran yang diinginkan. Hasil olahan bijih berbentuk lumpur, yang kemudian dipompakan ke proses pengolahan lebih lanjut.

Pemisahan magnetik digunakan untuk memisahkan bijih besi dari bahan yang memiliki daya magnetik lebih rendah. Ukuran partikel dan konsentrasi padatan menentukan jenis proses pemisahan magnetik yang akan digunakan.

Pengapungan (flotasi) menggunakan bahan kimia untuk mengikat kelompok senyawa mineral tertentu dengan gelembung udara untuk pengumpulan. Bahan kimia yang digunakan termasuk *collectors*, *frothers*, *antifoams*, *activators*, and *depressants*; tergantung karakteristik bijih yang diolah. Bahan kimia ini dapat mengandung sulfur dioksida, asam sulfat, senyawa sianida, cressol, disesuaikan dengan karakteristik bijih yang ditambang.

Proses pemisahan gravitasi menggunakan perbedaan berat jenis mineral untuk meningkatkan konsentrasi bijih. Ukuran partikel merupakan faktor penting dalam proses pengolahan, sehingga ukuran tetap dijaga agar seragam dengan menggunakan saringan atau *hydrocyclon*. *Tailing* padat ditimbun di kolam penampungan *tailing*, airnya biasanya didaur ulang sebagai air proses pengolahan. Flokulan kimia seperti aluminium sulfat, kapur, besi, garam kalsium, dan kanji biasanya ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi pemadatan.



Gambar 1. Tambang Emas Mesel, Minahasa, Sulut pada tahun 2003, situasi menjelang penutupan tambang, mengolah sisa bijih yang tersimpan pada *stockpile* (Tain dkk., 2003)

Pelindian merupakan proses untuk mengambil senyawa logam terlarut dari bijih dengan melarutkan secara selektif senyawa tersebut ke dalam suatu pelarut seperti air, asam sulfat dan asam klorida atau larutan sianida. Logam yang diinginkan kemudian diambil dari larutan tersebut dengan pengendapan kimiawi atau bahan kimia yang lain atau proses elektrokimia. Metode pelindian dapat berbentuk timbunan, *heap* atau tangki. Metode pelindian *heap leaching* (Gambar 1) banyak digunakan untuk pertambangan emas sedangkan

pelindian dengan timbunan banyak digunakan untuk pertambangan tembaga.



Gambar 2. *Settling pond* untuk pengendapan *fine coal* dan lumpur ampas pencucian batubara (Tain dkk., 2001)

Proses pengolahan batu bara pada umumnya diawali oleh pemisahan limbah dan batuan secara mekanis diikuti dengan pencucian batu bara untuk menghasilkan batubara berkualitas lebih tinggi. Dampak potensial akibat proses ini adalah pembuangan batuan limbah dan batubara tak terpakai (Gambar 2), timbulnya debu dan pembuangan air pencuci (Karliansyah, 2001).

#### LINGKUP REKLAMASI

Rehabilitasi lokasi penambangan dilakukan sebagai bagian dari program pengakhiran tambang yang mengacu pada penataan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Kegiatan pengakhiran tambang emas Kelian di Kalimantan Timur merupakan yang pertama di Indonesia untuk pengakhiran tambang skala besar, sehingga diupayakan dapat menjadi model percontohan di masa datang. Pola pengakhiran tambang yang dilakukan oleh KEM (*Kelian Equatorial Mining*) di Kalimantan Timur merupakan salah satu *benchmark* di Indonesia maupun pada tingkat internasional. Pengakhiran tambang yang dilakukan KEM dijadikan salah satu proyek percontohan program kemitraan pembangunan atau BPD (*Business Partnership for Development*) oleh pihak Bank Dunia (Inamdar dkk., 2002).

Salah satu kegiatan pengakhiran tambang, yaitu reklamasi, yang merupakan upaya penataan kembali daerah bekas tambang agar bisa menjadi daerah bermanfaat dan berdayaguna. Reklamasi tidak berarti akan mengembalikan seratus persen sama dengan kondisi rona awal. Sebuah lahan atau gunung yang

dikupas untuk diambil isinya hingga kedalaman ratusan meter bahkan sampai seribu meter (Gambar 3), walaupun sistem gali timbun (*back filling*) diterapkan tetap akan meninggalkan lubang besar seperti danau (Herlina, 2004).

Pada prinsipnya kawasan atau sumberdaya alam yang dipengaruhi oleh kegiatan pertambangan harus dikembalikan ke kondisi yang aman dan produktif melalui rehabilitasi. Kondisi akhir rehabilitasi dapat diarahkan untuk mencapai kondisi seperti sebelum ditambang atau kondisi lain yang telah disepakati. Kegiatan rehabilitasi dilakukan merupakan kegiatan yang terus menerus dan berlanjut sepanjang umur pertambangan sampai pasca tambang.

Tujuan jangka pendek rehabilitasi adalah membentuk bentang alam (*landscape*) yang stabil terhadap erosi. Selain itu rehabilitasi juga bertujuan untuk mengembalikan lokasi tambang ke kondisi yang memungkinkan untuk digunakan sebagai lahan produktif. Bentuk lahan produktif yang akan dicapai menyesuaikan dengan tataguna lahan pasca tambang. Penentuan tataguna lahan pasca tambang sangat tergantung pada berbagai faktor antara lain potensi ekologis lokasi tambang dan keinginan masyarakat serta pemerintah. Bekas lokasi tambang yang telah direhabilitasi harus dipertahankan agar tetap terintegrasi dengan ekosistem bentang alam sekitarnya.

Teknik rehabilitasi meliputi *regarding*, *reconturing*, dan penanaman kembali permukaan tanah yang tergradasi, penampungan dan pengelolaan racun dan air asam tambang (AAT) dengan menggunakan penghalang fisik maupun tumbuhan untuk mencegah erosi atau terbentuknya AAT. Permasalahan yang perlu dipertimbangkan dalam penetapan rencana reklamasi meliputi:

- Pengisian kembali bekas tambang, penebaran tanah pucuk dan penataan kembali lahan bekas tambang serta penataan lahan bagi pertambangan yang kegiatannya tidak dilakukan pengisian kembali
- Stabilitas jangka panjang, penampungan *tailing*, kestabilan lereng dan permukaan timbunan, pengendalian erosi dan pengelolaan air (Gambar 12).



Gambar 3. Tambang tembaga Batu Hijau (modifikasi dari Foto koleksi H. Lahar)

- Keamanan tambang terbuka, longsoran, pengelolaan B3 dan bahaya radiasi.
- Karakteristik fisik kandungan bahan *nutrient* dan sifat beracun *tailing* atau limbah batuan yang dapat berpengaruh terhadap kegiatan revegetasi
- Pencegahan dan penanggulangan air asam tambang, potensi terjadinya AAT dari bukaan tambang yang terlantar, pengelolaan *tailing* dan timbunan limbah batuan (sebagai akibat oksidasi sulfida yang terdapat dalam bijih atau limbah batuan)
- Penanganan potensi timbulnya gas metan dan emisinya dari tambang batubara (Karliansyah, 2001).
- Sulfida logam yang masih terkandung pada *tailing* atau *waste* merupakan pengotor yang potensial akan menjadi bahan toksik dan penghasil air asam tambang yang akan mencemari lingkungan, pemanfaatan sulfida logam tersebut merupakan salah satu alternatif penanganan. Demikian juga kandungan mineral ekonomi yang lain, diperlukan upaya pemanfaatan (Gambar 4).

- o Penanganan/penyimpanan bahan galian yang masih potensial untuk menjadi bernilai ekonomi baik dalam kondisi *in-situ*, berupa *tailing* atau *waste*.



Gambar 4. (A) *Tailing* tambang tembaga mengandung emas; (B) ditambang oleh masyarakat, Mimika, Papua (Foto koleksi SJ Suprpto)

## LAHAN BEKAS TAMBANG SEBAGAI EKOSISTEM RUSAK

Kegiatan pertambangan dapat berdampak pada perubahan/rusaknya ekosistem. Ekosistem yang rusak diartikan sebagai suatu ekosistem yang tidak dapat lagi menjalankan fungsinya secara optimal, seperti perlindungan tanah, tata air, pengatur cuaca, dan fungsi-fungsi lainnya dalam mengatur perlindungan alam lingkungan (Gambar 5).

Menurut Jordan (1985 dalam Rahmawaty, 2002), intensitas gangguan ekosistem dikategorikan menjadi tiga, yaitu :

1. ringan, apabila struktur dasar suatu ekosistem tidak terganggu, sebagai contoh jika sebatang pohon besar mati atau kemudian roboh yang menyebabkan pohon lain rusak, atau penebangan kayu yang dilakukan secara selektif dan hati-hati,
2. menengah, apabila struktur hutannya rusak berat/hancur, namun produktifitasnya tanahnya tidak menurun, misalnya penebangan hutan primer untuk ditanami jenis tanaman lain seperti kopi, coklat, palawija dan lain-lainnya,

3. Berat, apabila struktur hutan rusak berat/hancur dan produktifitas tanahnya menurun, contohnya terjadi aliran lava dari gunung berapi, penggunaan peralatan berat untuk membersihkan hutan, termasuk dalam hal ini akibat kegiatan pertambangan.



Gambar 5. Lahan reklamasi bekas tambang timah, ditambang oleh PETI, tidak direklamasi kembali, Belitung (Widhiyatna dkk., 2006).

## REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG

Secara umum yang harus diperhatikan dan dilakukan dalam merehabilitasi/reklamasi lahan bekas tambang yaitu dampak perubahan dari kegiatan pertambangan, rekonstruksi tanah, revegetasi, pencegahan air asam tambang, pengaturan drainase, dan tataguna lahan pasca tambang.

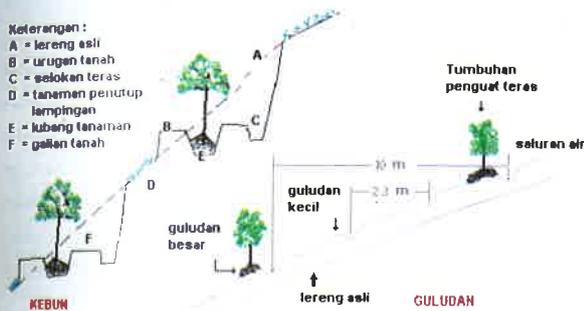
Kegiatan pertambangan dapat mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan. Hal ini dapat dilihat dengan hilangnya fungsi proteksi terhadap tanah, yang juga berakibat pada terganggunya fungsi-fungsi lainnya. Di samping itu, juga dapat mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati, terjadinya degradasi pada daerah aliran sungai, perubahan bentuk lahan, dan terlepasnya logam-logam berat yang dapat masuk ke lingkungan perairan.

### Rekonstruksi Tanah

Untuk mencapai tujuan restorasi perlu dilakukan upaya seperti rekonstruksi lahan dan pengelolaan tanah pucuk. Pada kegiatan ini, lahan yang masih belum rata harus terlebih dahulu ditata dengan penimbunan kembali

(back filling) dengan memperhatikan jenis dan asal bahan urugan, ketebalan, dan ada tidaknya sistem aliran air (drainase) yang kemungkinan terganggu. Pengembalian bahan galian ke asalnya diupayakan mendekati keadaan aslinya. Ketebalan penutupan tanah (sub-soil) berkisar 70-120 cm yang dilanjutkan dengan re-distribusi tanah pucuk (Gambar 7).

Lereng dari bekas tambang dibuat bentuk teras, selain untuk menjaga kestabilan lereng, diperuntukan juga bagi penempatan tanaman revegetasi (Gambar 6 dan 12).



Gambar 6. Skema bentuk teras kebun dan guludan (KPP Konservasi, 2006)



Gambar 7. Pengurangan kembali bekas tambang emas di Wetar (Foto koleksi R. Hutamadi)

**Revegetasi**

Perbaikan kondisi tanah meliputi perbaikan ruang tubuh, pemberian tanah pucuk dan bahan organik serta pemupukan dasar dan pemberian kapur. Kendala yang dijumpai dalam merestorasi lahan bekas tambang yaitu masalah fisik, kimia (nutrients dan toxicity), dan biologi.

Masalah fisik tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Masalah kimia tanah berhubungan dengan reaksi tanah (pH), kekurangan unsur hara, dan mineral toxicity. Untuk mengatasi pH yang rendah dapat dilakukan dengan cara penambahan kapur. Sedangkan kendala biologi seperti tidak adanya penutupan vegetasi dan tidak adanya mikroorganisme potensial dapat diatasi dengan perbaikan kondisi tanah, pemilihan jenis pohon, dan pemanfaatan mikroriza.

Secara ekologi, spesies tanaman lokal dapat beradaptasi dengan iklim setempat tetapi tidak untuk kondisi tanah. Untuk itu diperlukan pemilihan spesies yang cocok dengan kondisi setempat, terutama untuk jenis-jenis yang cepat tumbuh, misalnya sengon, yang telah terbukti adaptif untuk tambang. Dengan dilakukannya penanaman sengon minimal dapat mengubah iklim mikro pada lahan bekas tambang tersebut. Untuk menunjang keberhasilan dalam merestorasi lahan bekas tambang, maka dilakukan langkah-langkah seperti perbaikan lahan pra-tanam, pemilihan spesies yang cocok, dan penggunaan pupuk.

Untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman pada lahan bekas tambang, dapat ditentukan dari persentasi daya tumbuhnya, persentasi penutupan tajuknya, pertumbuhannya, perkembangan akarnya, penambahan spesies pada lahan tersebut, peningkatan humus, pengurangan erosi, dan fungsi sebagai filter alam. Dengan cara tersebut, maka dapat diketahui sejauh mana tingkat keberhasilan yang dicapai dalam merestorasi lahan bekas tambang (Rahmawaty, 2002).

**Penanganan Potensi Air Asam Tambang**

Pembentukan air asam cenderung intensif terjadi pada daerah penambangan, hal ini dapat dicegah dengan menghindari terpaparnya bahan mengandung sulfida pada udara bebas.

Secara kimia kecepatan pembentukan asam tergantung pada pH, suhu, kadar oksigen udara dan air, kejenuhan air, aktifitas kimia Fe<sup>3+</sup>, dan luas permukaan dari mineral sulfida yang terpapar pada udara. Sementara kondisi fisika yang mempengaruhi kecepatan pembentukan asam, yaitu cuaca, permeabilitas dari batuan, pori-pori batuan, tekanan air pori, dan kondisi hidrologi. Penanganan air asam tambang dapat dilakukan

dengan mencegah pembentukannya dan menetralkan air asam yang tidak terhindarkan terbentuk.

Pencegahan pembentukan air asam tambang dengan melokalisasi sebaran mineral sulfida sebagai bahan potensial pembentuk air asam dan menghindarkan agar tidak terpapar pada udara bebas. Sebaran sulfida ditutup dengan bahan *impermeable* antara lain lempung, serta dihindari terjadinya proses pelarutan, baik oleh air permukaan maupun air tanah.

Produksi air asam sulit untuk dihentikan sama sekali, akan tetapi dapat ditangani untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan. Air asam diolah pada instalasi pengolah untuk menghasilkan keluaran air yang aman untuk dibuang ke dalam badan air. Penanganan dapat dilakukan juga dengan bahan penetral, umumnya menggunakan batugamping, yaitu air asam dialirkan melewati bahan penetral untuk menurunkan tingkat keasaman (Suprpto, 2006).

### Pengaturan Drainase

Drainase pada lingkungan pasca tambang dikelola secara seksama untuk menghindari efek pelarutan sulfida logam dan bencana banjir yang sangat berbahaya, dapat menyebabkan rusak atau jebolnya bendungan penampung *tailing* serta infrastruktur lainnya. Kapasitas drainase harus memperhitungkan iklim dalam jangka panjang, curah hujan maksimum, serta banjir besar yang biasa terjadi dalam kurun waktu tertentu baik periode waktu jangka panjang maupun pendek.

Arah aliran yang tidak terhindarkan harus melewati zona mengandung sulfida logam, perlu pelapisan pada badan alur drainase menggunakan bahan *impermeabel*. Hal ini untuk menghindarkan pelarutan sulfida logam yang potensial menghasilkan air asam tambang (Gambar 13).

### Tataguna Lahan Pasca Tambang

Lahan bekas tambang tidak selalu dikembalikan ke peruntukan semula. Hal ini tergantung pada penetapan tata guna lahan wilayah tersebut. Perkembangan suatu wilayah menghendaki ketersediaan lahan baru yang dapat dipergunakan untuk pengembangan pemukiman atau kota. Lahan bekas tambang bauksit sebagai salah satu contoh, telah diperuntukkan bagi pengembangan kota Tanjungpinang (Gambar 8).



Gambar 8. Reklamasi lahan bekas tambang bauksit untuk pemukiman dan pengembangan kota, Tanjungpinang, Bintan (Rohmana dkk., 2007)

Pemilihan spesies untuk revegetasi terkait juga tataguna lahan pasca tambang. Perkembangan harga minyak bumi akhir-akhir ini, memberikan peluang untuk pengembangan bio-energi, diantaranya dengan pengembangan tanaman jarak pagar untuk menghasilkan minyak. Sebagian lahan bekas tambang telah dicanangkan untuk program pengembangan bio-energi tersebut (Gambar 9). Kelebihan jarak pagar adalah selain mampu mereklamasi bekas lahan tambang dalam waktu singkat, tanaman ini juga menghasilkan sumber energi terbarukan biodiesel (Soesilo, 2007 dalam Ridwan, 2007).



Gambar 9. Revegetasi lahan bekas tambang batubara menggunakan tanaman jarak (PT. Berau Coal, 2007)

### ASPEK KONSERVASI BAHAN GALIAN

Reklamasi lahan bekas tambang terkait dengan upaya konservasi untuk mendapatkan manfaat yang optimal dari potensi bahan galian. Upaya konservasi tidak menghendaki adanya potensi bahan galian yang tidak dimanfaatkan. Oleh karena itu reklamasi lahan bekas tambang harus mempertimbangkan potensi bahan galian yang masih ada. Baik bahan galian utama yang karena kualitas atau kadarnya belum mempunyai nilai ekonomi, bahan galian lain diluar yang diusahakan serta komoditas

bahan galian yang masih terkandung pada tailing (Gambar 4 dan 11).

Operasional kegiatan pertambangan pada tahap penambangan dan pengolahan umumnya tidak mendapatkan perolehan 100%, yang berarti masih ada bahan galian yang tertinggal dalam kondisi in situ, sebagai waste atau pada tailing. Bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang tersebut pada beberapa kasus, kembali ditambang, baik oleh pelaku usaha pertambangan atau oleh masyarakat.

Penambangan bahan galian tertinggal khususnya oleh masyarakat atau PETI terjadi pada wilayah bekas tambang lama ataupun yang belum lama dilakukan reklamasi (Gambar 10), bahkan ketika kegiatan usaha pertambangan masih berlangsung pada blok yang berbeda. Mengingat hal tersebut, maka agar reklamasi dapat berhasil dengan baik, bahan galian tertinggal tidak turun nilainya dan berpotensi untuk kembali diusahakan, perlu dilakukan langkah penanganan dan perlindungan sebagai berikut :

- o Bahan galian tertinggal yang secara ekonomi berpotensi diusahakan untuk pertambangan rakyat atau pertambangan skala kecil, perlu dilakukan sterilisasi, dengan menambang dan mengolahnya sehingga tidak ada lagi yang tersisa. Sebagai contoh, pada pengakhiran tambang emas Kelian di Kalimantan Timur, endapan emas aluvial yang ada, ditambang dengan target perolehan 100% adalah untuk menghilangkan risiko kemungkinan gangguan terhadap lahan basah di masa mendatang (Inamdar dkk., 2002).



Gambar 10. Tailing tambang timah yang telah direklamasi, kembali ditambang oleh masyarakat, Belitung (Widhiyatna dkk., 2006).

- o Bahan galian yang telah terganggu keberadaannya, seperti telah tersimpan di *stock pile* akan tetapi mempunyai kualitas atau kadar yang belum mempunyai nilai ekonomi, harus disimpan pada lokasi dengan penanganan agar tidak turun nilai ekonominya dan apabila akan dimanfaatkan dapat dengan mudah digali.
- o Bahan galian *in situ* yang karena dimensi atau kadarnya belum mempunyai nilai ekonomi agar tidak menjadi areal penimbunan waste atau *tailing* untuk mencegah turunnya nilai ekonomi.



Gambar 11. Pasir kuarsa, merupakan *tailing* tambang kaolin (Widhiyatna dkk., 2006)

- o Akibat perkembangan teknologi atau harga sehingga komoditas bahan galian dan atau mineral ikutannya menjadi mempunyai nilai ekonomi, maka kegiatan usaha pertambangan untuk mengusahakan komoditas tersebut dapat dilakukan dengan mengikuti aturan perundang undangan yang berlaku.

**KESIMPULAN**

Pada pasca tambang, kegiatan yang utama dalam merehabilitasi lahan yaitu mengupayakan agar menjadi ekosistem yang berfungsi optimal atau menjadi ekosistem yang lebih baik. Reklamasi lahan dilakukan dengan mengurug kembali lubang tambang serta melapisinya dengan tanah pucuk, dan revegetasi lahan serta diikuti dengan pengaturan drainase dan penanganan/pencegahan air asam tambang.

Penataan lahan bekas tambang disesuaikan dengan penetapan tataruang wilayah bekas tambang. Lahan bekas tambang dapat difungsikan menjadi kawasan lindung ataupun budidaya.

Lahan pasca tambang memerlukan penanganan yang dapat menjamin perlindungan terhadap lingkungan, khususnya potensi timbulnya air asam tambang, yaitu dengan mengupayakan batuan mengandung sulfida tidak terpapar pada udara bebas, serta dengan mengatur drainase.

Bahan galian yang mengandung komoditas masih mempunyai peluang untuk menjadi ekonomis perlu penanganan dan penyimpanan yang baik agar tidak turun nilai ekonominya, serta apabila diusahakan dapat digali dengan mudah.

Diupayakan agar tidak ada bahan tambang ekonomis yang masih tertinggal. Hal ini terutama bahan galian yang potensial mengundang masyarakat atau PETI untuk memanfaatkannya, sehingga akan mengganggu proses reklamasi, maka perlu disterilkan terlebih dahulu dengan menambang dan mengolahnya.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi atas bantuan dan kerjasamanya.

## ACUAN

- Arif, I., 2007. *Perencanaan Tambang Total Sebagai Upaya Penyelesaian Persoalan Lingkungan Dunia Pertambangan*, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Herlina, 2004. *Melongok Aktivitas Pertambangan Batu Bara Di Tabalong, Reklamasi 100 Persen Mustahil*. Banjarmasin Post, Banjarmasin
- Inamdar, A., dan Makinuddin, N., 2002. *Kelian Mine Closure Steering Committee*, Independent Facilitator's Report
- Pribadi, P., 2007. *Peranan Asosiasi Dalam Peningkatan Kualitas Program CSR Perusahaan Tambang*, Indonesian Mining Association, Balikpapan.
- PT. Berau Coal, 2007. *Pengembangan dan Penggunaan Biodisel di PT. Berau Coal Berbasis Tanaman Jarak*, <http://pub.bhaktiganesha.or.id/itb77/files/Biofuel%20papers>
- Karliansyah, M.R., 2001. *Aspek Lingkungan Dalam AMDAL Bidang Pertambangan*. Pusat Pengembangan dan Penerapan AMDAL. Jakarta
- KPP Konservasi, 2006. *Ensiklopedi Bahan Galian Indonesia, Seri Batugamping*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Rahmawaty, 2002. *Restorasi Lahan Bekas Tambang berdasarkan Kaidah Ekologi*, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ridwan, M., 2007. *Tanaman Jarak di Bekas Tambang Batu Bara, Harian Umum Sore Sinar Harapan*. Rohmana, Djunaedi, E.K., dan Pohan, M.P., 2007. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Bekas Tambang di Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Suprpto, S.J., 2006. *Pemanfaatan dan Permasalahan Endapan Mineral Sulfida pada Kegiatan Pertambangan*. Buletin Sumber Daya Geologi. Vol. 1 No. 2.
- Tain, Z., Suhandi, Rosyid dan Romana, 2001. *Pendataan Bahan Galian Tertinggal di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Tain, Z., Suprpto, S.J., dan Suhandi, 2003. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Daerah Belang, Kabupaten Minasa, Sulawesi Utara*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Tain, Z., Sutrisno, dan Suprpto, S.J., 2005. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Widhiyatna, D., Pohan, M.P., Putra, C., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang di Daerah Belitung, Babel*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung



Gambar 12. Bekas tambang emas diurug dan direvegetasi/dihutankan kembali, Halmahera Utara, Maluku Utara (Tain dkk., 2005)



Gambar 13. Penanganan drainase lahan bekas tambang emas Mesel, Minahasa, Sulawesi Utara (Tain dkk., 2003)

## TINJAUAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA BAUKSIT DAN BAHAN GALIAN LAIN DI DAERAH BINTAN SELATAN

Oleh  
**Rohmana**  
Kelompok Program Penelitian Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Dalam beberapa tahun terakhir sumber daya bauksit sebagai komoditas strategis pada wilayah pertambangan di Bintan diperkirakan sudah mendekati habis. Akan tetapi dengan adanya kecenderungan peningkatan harga dan kebutuhan akan bauksit berpengaruh pada nilai ekonomi dari potensi sumber daya yang ada menjadi meningkat, sehingga bauksit berkadar rendah yang semula tidak dimanfaatkan berkemungkinan menjadi potensial untuk diusahakan. Bahkan pada wilayah bekas tambang, sebaran bauksit berkadar rendah yang ditinggalkan, kembali diupayakan untuk dapat dimanfaatkan oleh para pelaku usaha pertambangan.

Kondisi geologi daerah Bintan selain berpotensi mengandung bauksit juga mengandung komoditas tambang lain yang bernilai ekonomi. Pengusahaan salah satu komoditas dari suatu asosiasi bahan galian mempunyai konsekuensi terganggunya komoditas lainnya. Oleh karena itu pemanfaatan bahan galian tertentu perlu memperhitungkan keberadaan komoditas lainnya, baik sebagai mineral ikutan ataupun bahan galian lain. Sesuai dengan kaidah konservasi, pemanfaatan bahan galian suatu wilayah akan memperoleh hasil yang lebih optimal apabila seluruh potensi yang ada dikelola dalam satu rangkaian proses penambangan dan pengolahan yang baik, benar dan terpadu.

### ABSTRACT

*Economically in few last year, bauxite resource of Bintan mine area as strategic commodity is estimated has nearly run out. However by increasing of the price and demand of bauxite, it enables to enhance economic value of resource potency. Useless low grade bauxite lived formerly at an abandoned mine may be potential for utilization and now possible to be exploited by mining enterprise.*

*Despite the Bintan's geology has potency of bauxite, it enables to produce other mining commodities with economic value. Extracting a sort of commodity from an assemblage of mining product creates consequence to disturb other commodities, so in exploiting a certain commodity should consider evidence of other commodities. Concerning with conservation concept, utilizing mining commodities of a region will gain more optimal benefit if the entirely resource potency managed in a series of integrated mining and processing.*

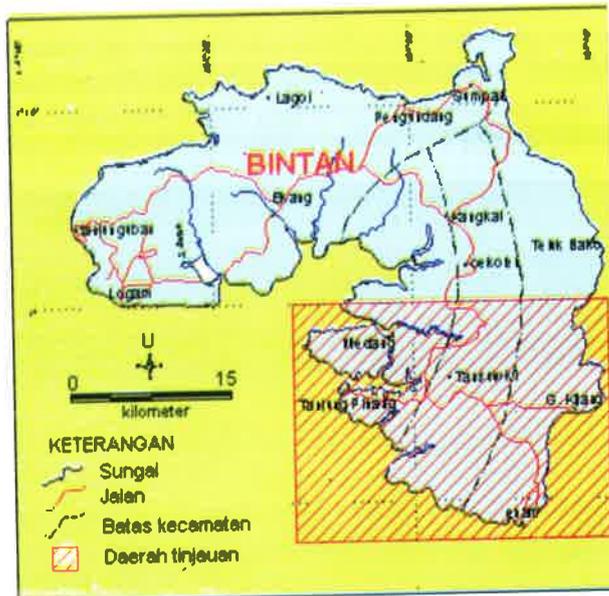
### PENDAHULUAN

Bintan termasuk dalam Provinsi Kepulauan Riau, mempunyai kondisi geologi, dimana cebakan bauksit terbentuk dengan potensi ekonomi yang telah lama diusahakan. Daerah tinjauan terletak di bagian selatan dari P.Bintan (Gambar 1) dengan tata guna lahan

sebagian besar terdiri atas perkebunan karet dan sawit. Daerah tersebut berada pada lingkungan beriklim tropis, curah hujan 1800 mm/tahun sampai dengan 3800 mm/tahun, musim hujan biasanya berlangsung selama periode bulan Juli - Desember. Suhu udara rata-rata 24° C - 34° C dengan kelembaban nisbi 55% - 96%.

Mengingat Bintang berada di dekat kawasan pusat pertumbuhan industri Batam dan Singapura, maka komoditas bahan galian yang tersedia di daerah ini sangat potensial untuk dikembangkan dan diusahakan untuk memenuhi kebutuhan pasokan bahan baku industri di kedua kawasan itu. Bauksit sebagai komoditas paling populer dari Bintang, walaupun demikian terdapat juga komoditas tambang lain diantaranya granit, andesit, pasir, serta tailing hasil pengolahan bauksit (Rohmana, 2007).

Terutama bahan galian bauksit, dimana perkembangan harganya yang sangat signifikan berkaitan dengan peningkatan tidak hanya nilai jual tetapi juga karena perubahan faktor COG (*Cut off Grade*), sehingga cadangan bauksit yang pada masa sebelumnya termasuk kategori berkadar rendah, menjadi ekonomis untuk diusahakan. Akibatnya wilayah bekas tambang yang masih menyisakan bauksit kadar rendah, menjadi daerah menarik dan berpotensi untuk diusahakan kembali.



Gambar 1. Peta Pulau Bintan

**TATAAN GEOLOGI**

Pulau Bintan dibentuk oleh batuan dasar vulkanik liparit (porfir kuarsa) yang diduga berumur Permo-Karbon, dengan komposisi yang sama dengan liparit daerah Jambi (Bothe, 1925 dalam Kusnama dan Sutisna, 1994). Formasi batuan dapat ini dibandingkan pula dengan Formasi *Pahang Volcanic Series* dari

Semenanjung Malaya. Batuan dasar tersebut diterobos oleh batuan beku berumur Yura yang terdiri atas granit dan diorit (Gambar 3) yang membentuk daerah perbukitan.

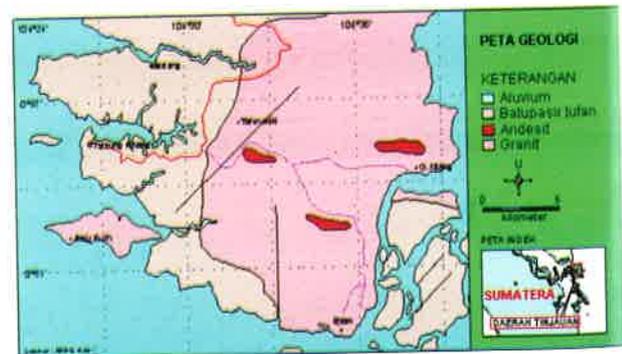
Batuan beku lain berupa andesit berumur Miosen yang ditemukan menerobos granit, sementara formasi batuan dengan sebaran cukup luas berupa batupasir tufan yang diduga berumur Miosen-Pliosen.



Gambar 2. Morfologi Daerah Wacopek, latar belakang Bukit Bintang Besar (sumber : Rohmana, dkk, 2007)

Morfologi daerah penambangan umumnya memiliki kemiringan lereng antara 5° - 15° dengan sungai-sungai mempunyai stadium tua, aliran sungai laminer dan tidak ditemukan jeram.

Struktur geologi di daerah ini berupa lipatan dan sesar. Secara tektonik daerah tinjauan termasuk ke dalam Lajur Karimata yang terletak di sebelah timur Lajur Timah (Katili, 1977 dalam Kusnama dan Sutisna, 1994).



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Bagian Selatan P. Bintan (Kusnama dan Sutisna, 1994)

**BAHAN GALIAN**

Di bagian selatan P. Bintan ini selain terdapat sumber daya bahan galian bauksit juga memiliki komoditas bahan galian lainnya yang berpotensi untuk dikembangkan; di antaranya granit, andesit, pasir, pasir kuarsa serta *tailing* hasil pengolahan bauksit (Rohmana, 2007).

**Bauksit.** Endapan bauksit di daerah Bintan ditemukan pada tahun 1924 dan pihak pertama yang memanfaatkannya adalah perusahaan Belanda, *NV Nederlansch Indische Bauxiet Exploitatie Maatschapij* (NV NIBEM), dari tahun 1935 sampai 1942. Pada tahun 1942 sampai 1945, usaha ini diambil alih Jepang melalui perusahaan Furukawa Co Ltd, dan tahun 1959 usaha ini kembali ditangani NV NIBEM. Setelah tahun 1959, kegiatan pertambangan bauksit di daerah ini diambil alih Pemerintah Republik Indonesia dengan mendirikan PT Pertambangan Bauksit Indonesia (PERBAKI), dan kemudian dilebur menjadi PN Pertambangan Bauksit Indonesia yang berada di lingkungan BPU PERTAMBUN. Tahun 1968 bersama-sama dengan BPU PERTAMBUN, PN, PT, dan proyek-proyek lainnya dalam lingkungan BPU PERTAMBUN dilebur ke dalam PN. Aneka Tambang (Persero) yang kemudian menjadi PT. Aneka Tambang (Lahar dkk, 2003).

Sebaran bahan galian bauksit (lempung alumina) tersebar secara luas di wilayah Pulau Bintan dan sekitarnya. Bauksit merupakan hasil proses pelapukan dari batuan granit yang merupakan batuan dasar dari P. Bintan, umumnya tersebar pada morfologi dataran sampai dengan landai yang memungkinkan proses pelapukan dapat berlangsung intensif. Berdasarkan data PT. Aneka Tambang membagi kualitas cadangan bauksit menjadi 3 (tiga) kategori A, B dan C (Tabel 1).

Tabel 1. Pembagian kelas cadangan bauksit (Antam, 2003 dan Lahar dkk, 2003)

Kelas Cadangan	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
A	> 50%	6 %
B	48 – 50 %	6 – 13 %
C	= 48 %	= 13 %

Potensi sebaran bauksit cukup besar terdapat di wilayah Kecamatan Bintan Timur, pada wilayah daratan utama dan pulau-pulau di sekitarnya, merupakan wilayah tambang dan sebagian bekas tambang bauksit (Gambar 4). Wilayah yang mempunyai sebaran bauksit cukup luas terdapat di Desa Gunung Lengkuas, Busung, Toapaya dan Ekan Angulai, serta di pulau-pulau yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Bintan Timur. Potensi bauksit

di seluruh wilayah tersebut pada sebaran luas sekitar 10.450 ha dengan jumlah sumber daya tereka sebesar 209 juta m<sup>3</sup>.



Gambar 4. Peta lokasi tambang bauksit (Lahar dkk, 2003)

Terdapat beberapa wilayah bekas tambang di P. Bintan di antaranya P. Koyang, daerah Wacopek, daerah Tanjung Pinang dan sekitarnya. Daerah tersebut merupakan wilayah bekas tambang bauksit PT. Aneka Tambang, dimana terdapat bijih bauksit tertinggal (Gambar 5) dengan ketebalan sampai batuan dasar sekitar 40 hingga 50 cm (rata-rata 45 cm), sedangkan bahan galian bijih bauksit sebelum ditambang mempunyai ketebalan 1-5 meter. Bekas tambang di daerah Tanjung Pinang dan sekitarnya, telah menjadi wilayah perkantoran, perumahan padat penduduk dan pertokoan.



Gambar 5. Laterit bauksit yang disisakan, tidak ditambang (Rohmana dkk. 2007)

Sementara itu proses pengolahan (pencucian) bijih bauksit (Gambar 6) menghasilkan *tailing* berupa pasir dengan kandungan kuarsa yang tinggi.



Gambar 6. Tailing bauksit PT. Aneka Tambang, lokasi daerah Wacopek, Kabupaten Bintan (Rohmana dkk. 2007)

**Pasir.** Bahan galian pasir dijumpai melimpah di wilayah P. Bintan, merupakan rombakan granit, bauksit, dan batupasir tufan (Formasi Goungon). Potensi pasir seluruhnya mempunyai luas sebaran 1.114 ha dengan jumlah sumber daya tereka sebesar 223 juta m<sup>3</sup> (Gambar 7).



Gambar 7. Pertambangan pasir (Rohmana dkk. 2007)

**Granit.** Sebaran granit dan andesit sebagian besar berada pada kawasan hutan lindung, seperti G. Lengkuas (695 ha) dan P. Sejong. Luas sebaran granit pada kawasan hutan lindung sekitar 879 ha, di luar kawasan hutan lindung sekitar 100 ha. Granit berwarna abu-abu, kristal kasar, terkekarkan, dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Granit di Bukit Lipan dan Bukit Panglong ditambang, yang tidak dimanfaatkan selain di wilayah kawasan hutan lindung terdapat juga di Bukit Jurig, Desa Gunung Lengkuas, Kecamatan Bintan Timur, seluas 25 ha. Sebaran terbesar granit berada pada kawasan hutan lindung. Granit dengan sebaran 979 ha, jumlah sumber daya tereka sebesar 825 juta m<sup>3</sup>.

**Tanah Penutup Granit.** Tanah lapukan granit (Gambar 8) di daerah ini mempunyai kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11,02% - 25,37%. Bauksit yang merupakan tanah penutup granit masih berpotensi untuk dimanfaatkan mengingat kandungannya tersebut dan pada saat penambangan granit akan ikut terkupas.



Gambar 8. Tanah penutup (kecoklatan) tambang granit berupa bauksit kadar rendah (Rohmana, dkk. 2007)

**Andesit.** Sebaran andesit terdapat pada kawasan hutan lindung dan di luar kawasan hutan lindung. Andesit di kawasan lindung terdapat di daerah G. Bintan Besar (327 ha), Desa Bintan Buyu, Kecamatan Teluk Bintan, G. Bintan Kecil (77 ha), Desa Ekang Anculai, Kecamatan Teluk Sebong dan di G. Kijang (484 ha), Desa Gunung Kijang, Kecamatan Gunung Kijang, seluruhnya mempunyai luas sebaran 888 ha. Di luar kawasan hutan lindung sebaran batuan andesit merupakan bukit-bukit kecil dengan luas sebaran dan sumber daya yang relatif kecil, terdapat di Sei Lekop, Desa Gunung Lengkuas, Kecamatan Bintan Timur seluas 25 ha dan di Bukit Piatu, Desa Gunung Kijang, Kecamatan Gunung Kijang seluas 100 ha. Umumnya andesit terkekarkan, mempunyai luas sebaran 913 ha dengan jumlah sumber daya tereka sebesar 1.044 juta m<sup>3</sup>.

**Pasir Kuarsa.** Pasir kuarsa di Trikora, Desa Malang Rapat, Kecamatan Gunung Kijang, merupakan endapan aluvial dengan jumlah sebaran dan sumber daya yang terbatas, sehingga potensinya kecil. Potensi pasir kuarsa seluruhnya mempunyai luas sebaran 32 ha dengan jumlah sumber daya tereka sebesar 322.000 m<sup>3</sup>.

## DISKUSI

Berdasarkan kebutuhan dan ketersediaan bahan galian di wilayah Kabupaten Kepulauan Riau, potensi bahan galian yang hingga saat ini telah dan masih dikembangkan adalah bauksit, andesit, granit dan pasir.

Bahan galian bauksit selain sebagai bahan baku logam aluminium dapat pula digunakan sebagai bahan baku keramik (oksida aluminium). Untuk memperoleh kadar alumina yang tinggi bahan galian bauksit terlebih dahulu harus melalui proses pencucian, penggerusan dan kemudian proses pengayaan alumina.

**Penambangan bauksit.** Wilayah bekas tambang bauksit banyak dijumpai di P. Koyang, daerah Wacopek, dan daerah Tanjung Pinang. Wilayah tersebut merupakan bekas tambang bauksit PT. Aneka Tambang. Keterdapatan bauksit yang tertinggal pada wilayah bekas tambang umumnya memiliki ketebalan dari permukaan sampai batuan dasar sekitar 40 hingga 50 cm (rata-rata 45 cm). Bauksit yang tertinggal tersebut diperuntukkan sebagai media tanam dalam melakukan penanaman tumbuh-tumbuhan (reklamasi) dan untuk menghindari tercampurnya/pengotoran batuan dasar (batulempung), pada saat pengambilan bijih bauksit. Bahan galian bijih bauksit sebelum ditambang mempunyai ketebalan sekitar 1 – 5 meter.

Penambangan bauksit dilakukan menggunakan sistem tambang terbuka, dengan metode berjenjang yang terbagi dalam beberapa blok. Kemajuan penambangan setiap blok disesuaikan dengan rencana penambangan pada peta tambang. Dalam pembagian blok, penambangan direncanakan pada peta eksplorasi dengan skala 1 : 1000. Hal ini untuk memperhitungkan jumlah tonase bauksit yang akan diperoleh.

Sebelum penambangan bauksit, terlebih dahulu dilakukan pembersihan lokal (*land clearing*) dari tumbuh-tumbuhan yang terdapat di atas endapan bijih bauksit. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam operasi selanjutnya yaitu kegiatan pengupasan lapisan penutup yang umumnya memiliki ketebalan 0,2 meter. Untuk melaksanakan kegiatan pengupasan lapisan penutup digunakan *bulldozer*, sedangkan untuk penggalian endapan bauksit digunakan alat gali muat *excavator* yang selanjutnya dituangkan/dimuatkan ke alat angkut *dump truck*. Untuk mengoptimalkan perolehan, bauksit kadar rendah dicampur (*mixing*) dengan bijih bauksit kadar tinggi, hal ini dapat berfungsi juga untuk memperpanjang umur tambang.

Untuk menghindari pengotoran dari batuan dasar yang ikut tergali pada saat penambangan bauksit, maka penggalian dilakukan dengan menyisakan bauksit setebal 40 – 50 cm di atas batuan dasarnya. Selain menghindari tercampurnya bauksit dengan batuan dasar, sisa tanah mengandung bauksit juga berfungsi untuk penanaman pohon reklamasi (Gambar 9).



Gambar 9. Bauksit tersisa di atas batuan dasar (Rohmana, dkk. 2007)

**Pengolahan bauksit.** Pencucian bijih bauksit dilakukan dua kali proses, pertama dilakukan di areal tambang dan yang kedua dilakukan di Kijang sebelum bahan galian disimpan di *stockfile*. Proses ini dilakukan untuk mengurangi kadar silika, oksida besi, oksida titan dan mineral-mineral pengotor lainnya sehingga akan mempertinggi kualitas bijih bauksit (Gambar 10).

Proses pencucian yang dilakukan pada instalasi pencucian bertujuan untuk meliberasi bijih bauksit terhadap unsur-unsur pengotornya yang pada umumnya berukuran -2 mm yaitu berupa tanah liat (*clay*) dan pasir kuars. Sehingga hasil dari proses pencucian tersebut akan mempertinggi kualitas bijih bauksit, yaitu didapatkan kadar alumina yang lebih tinggi dengan berkurangnya kadar silika, oksida besi, oksida titan dan mineral-mineral pengotor lainnya.



Gambar 10. Pencucian bijih bauksit (Rohmana, dkk. 2007)

Peningkatan nilai kadar  $Al_2O_3$  hasil pencucian sebagai contoh dari analisis sampai sebelum dicuci diperoleh harga sekitar 35,34 %, pada sampel setelah dicuci didapatkan kadar 47,28 %.

Instalasi pencucian di Pari dan Pulau Kelong digunakan untuk mencuci bijih bauksit yang berasal dari *front* penambangan Lomesa dan Dompok yang diangkut menggunakan tongkang. Peralatan pencucian yang terdapat di pulau Kelong berupa ayakan putar (*tromol rail* atau *rotary grizzly*) dan ayakan getar (*vibrating screen*). Sedangkan di instalasi pencucian di Pari menggunakan alat *tromol screen*. Ayakan putar mempunyai fungsi untuk mencuci bijih bauksit yang masuk melalui hopper (*stationary grizzly*), sedangkan ayakan getar berfungsi untuk mencuci bijih bauksit yang keluar dari ayakan putar. Ayakan getar mempunyai dua tingkat, ayakan tingkat pertama (bagian atas) mempunyai lebar lubang bukaan 12,5 mm dan ayakan tingkat kedua (bagian bawah) mempunyai lebar bukaan 2 mm, alat ini disebut juga sistem ayakan getar bertingkat (*vibration horizontal double deck screen*).

Secara keseluruhan proses pencucian bauksit terdiri dari tiga tahap yaitu :

1. Penghancuran untuk memperkecil ukuran bijih bauksit yang berasal dari *front* penambangan bauksit dari unsur-unsur pengotor.
2. Pembebasan (*liberasi*) yaitu proses pembebasan bijih bauksit dari unsur-unsur pengotor.
3. Pemisahan (*sorting*) bijih bauksit yang berdasarkan pada perbedaan ukuran dan pemisahan terhadap fraksi yang tidak diinginkan yaitu yang berukuran  $-2$  mm.

Luas wilayah bekas tambang yang terdapat di daerah Wacopek sekitar 50 ha, diperkirakan ketebalan endapan bauksit sekitar 40 cm - 50 cm, maka jumlah sumberdaya bauksit tereka yang tertinggal 5.625.000 ton. Apabila kadar rata-rata @41.44 %  $Al_2O_3$  maka jumlah sumber daya 2.331.000 ton  $Al_2O_3$ . Estimasi cadangan bijih bauksit di Wacopek meningkat hingga 350% yaitu menjadi 13,5 juta wmt hal ini disebabkan adanya perubahan faktor *cut off grade yang relatif rendah* serta aktivitas eksplorasi yang lebih rinci di wilayah tersebut.

Luas bekas tambang di Pulau Koyang 182,94 ha, jumlah sumber daya bauksit tereka yang tertingga 20.580.750 ton @ 45.97 %  $Al_2O_3$  atau 9.460.970,775 ton  $Al_2O_3$ . Sementara estimasi cadangan bauksit tercuci di wilayah lainnya (Tayan dan Munggu Pasir) meningkat hingga 129% yaitu menjadi 70,4 juta wmt seiring dengan penyelesaian rancangan tambang (*mine design*), penurunan *cut off grade* serta kegiatan eksplorasi yang lebih rinci (Antam, 2006). Sementara proses pengolahan (pencucian) bijih bauksit (Gambar 6) menghasilkan *tailing* berupa pasir dengan kandungan kuarsa yang tinggi. Bahan galian pasir yang berasal dari *tailing* telah dimanfaatkan juga sebagai bahan baku pembuat batako dan *paving block*. Bahan dasar pasir dari *tailing* setelah dibersihkan dari pengotor (lempung) kemudian dicampur semen dengan perbandingan 8 : 1, hal tersebut telah diusahakan oleh sebagian mantan karyawan PT. Aneka Tambang.

**Penambangan bahan galian lain.** Bahan galian bauksit tidak dipungkiri sejak ditemukannya sebagai cadangan ekonomis telah menjadi komoditas andalan yang bernilai strategis bagi pengembangan wilayah P.Bintan. Bahkan tanah penutup granit juga teridentifikasi mengandung  $Al_2O_3$  kadar rendah, yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur bauksit berkadar tinggi sehingga kemungkinan masih berpotensi untuk diusahakan.

Sementara pengembangan wilayah otonomi juga telah diikuti oleh pembangunan infrastruktur, sehingga memerlukan pasokan bahan bangunan untuk bahan bakunya. Bahan galian sebagai bahan baku yang diperlukan berupa pasir dan batuan.

Di masa lalu bahan galian pasir ditambang untuk kebutuhan ekspor yang memberikan nilai tambah bagi sosial-ekonomi daerah otonom. Tetapi karena pesatnya pengembangan usaha pertambangan bahan galian tersebut tidak disertai oleh upaya pengawasannya berdampak secara signifikan menciptakan kerusakan lingkungan. Akibatnya bahwa kegiatan usaha pertambangan bahan galian untuk kebutuhan ekspor dilarang dengan diterbitkannya Keputusan Menteri Perdagangan Nomor 02 Tahun 2007, kecuali apabila pemanfaatannya hanya untuk memenuhi kebutuhan pembangunan daerah setempat.

Pasir umumnya masih bercampur dengan lempung dan lumpur, sehingga untuk penambangannya perlu proses pencucian. Ketebalan pasir yang umumnya relatif tipis mengakibatkan luasnya bukaan tambang. Hasil analisis laboratorium komposisi utama pasir yaitu kuarsa, kadar 47,36 % - 99,29 %, atau rata-rata 60 %. Selain kuarsa terdapat kandungan mineral butir pada pasir berupa Ilmenit 0,17 % - 3,88 %, hematit (oksida besi) 0,68 % - 35,03 %, epidot *trace*, amfibol *trace* - 0,03, zirkon *trace*, muskovit *trace*, dan magnetit 2,00 % - 16,90 %.

Pasir sebagai hasil pencucian alamiah umumnya tersebar di sepanjang pantai berupa endapan aluvial, namun dari aspek lingkungan tidak layak untuk ditambang.

Bahan galian batuan andesit dan granit juga sama halnya dengan pasir hanya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pembuatan agregat beton dan fondasi, yang hingga saat ini masih diusahakan. Penambangan kedua komoditas di atas juga telah menimbulkan perubahan bentuk permukaan wilayah pertambangan dan sekitarnya, sehingga perlu diawasi secara tepat guna sesuai aturan penggunaan tata ruang.

**Reklamasi.** Reklamasi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari usaha pertambangan, setiap perencanaan penambangan perlu mempersiapkan pula langkah-langkah untuk reklamasi yang akan diterapkan setelah selesai penambangan, bahkan merupakan tindakan yang harus dilaksanakan baik sebelum penambangan maupun selama kegiatan penambangan, dan setelah penambangan selesai. Dengan demikian pelaksanaan reklamasi dapat berjalan secara tepat.

Pelaksanaan reklamasi, tahap awal perlu diinventarisasi tumbuh-tumbuhan yang sesuai dengan daerah tambang tersebut, disamping itu pula perlu dilakukan dengan membuat kebun percobaan.

Daerah bekas tambang bauksit direklamasi dengan menanam pohon pinus dan akasia. Daerah yang dulunya berupa tanah olahan rakyat diserahkan kembali kepada pemiliknya (Gambar 11).

Sistem penambangan yang diterapkan yaitu dengan cara menggali dan menimbun kembali daerah bekas tambang, dan didesain sesuai langkah-langkah reklamasi. Daerah bekas tambang yang sudah ditimbun

kembali, kemudian tanah penutup yang diselamatkan dikembalikan pada lapisan atas, dengan demikian lahan tersebut dapat ditanami kembali dengan tanam-tanaman yang telah dipilih.

Penambangan bauksit di daerah kegiatan menggunakan sistem penambangan terbuka, pengupasan tanah pucuk 0,30 m, sedangkan tebal maksimum bahan galian bauksit sekitar 5,0 m,



Gambar 11. Revegetasi dengan pohon jengkol dan petai di Lomessa (Lahar dkk, 2003)

Untuk revegetasi memerlukan pupuk, karena kondisi tanah sangat asam, sehingga menyulitkan tumbuhan untuk hidup. Perlu dicarikan jenis tanaman yang daunnya cepat lapuk sebagai humus untuk menyuburkan tanah di daerah reklamasi. Beberapa jenis tanaman keras yang cocok antara lain; petai, jengkol, jambu monyet, mangga dan nangka, sedangkan untuk di kolam *tailing* yang cocok adalah cemara laut.

Sehubungan dengan meningkatnya perkembangan penduduk yang memerlukan tambahan lahan untuk pemukiman, maka sebagian areal bekas tambang dimanfaatkan untuk pemukiman penduduk, bahkan pengembangan Kota Tanjung Pinang (Gambar 12).



Gambar 12. Daerah bekas tambang bauksit PT. Aneka Tambang di Tanjung Pinang, sebagian untuk pemukiman penduduk dan pertokoan (Rohmana, dkk. 2007)

## KESIMPULAN

Bahan galian bauksit terdapat pula bahan galian lain yang potensial untuk dikembangkan misalnya ; granit, andesit, pasir, pasir kuarsa serta *tailing* hasil pengolahan bauksit, baik untuk komoditas ekspor maupun untuk menunjang pengembangan wilayah setempat.

Reklamasi lahan bekas tambang telah dilakukan oleh PT. Aneka Tambang dengan penanaman beberapa jenis tanaman keras yang cocok untuk ditanam pada wilayah bekas tambang berupa tanaman hortikultura tertentu, sedangkan yang cocok untuk di kolam *tailing* adalah tanaman cemara laut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Sabtanta Joko Suprpto, serta rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi atas bantuan dan kerjasamanya dalam penulisan makalah ini.

## ACUAN

Antam, 2006. *Laporan Manajemen*, [www.antam.com](http://www.antam.com)

Kusnama, dan Sutisna, K., 1994, *Peta Geologi Lembar Tanjungpinang, Sumatera skala 1 : 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung

Lahar, H., Harahap, I.A., dan Bagja, M. 2003. ***Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Daerah Kijang, Kabupaten Kijang, Provinsi Riau, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung***

Rapilus, K., dan Zulfahmi, 1980. *Eksplorasi Pendahuluan Batuan Bahan Bangunan/Kontruksi di Daerah P. Bintan Provinsi Riau*, Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.

Rohmana, Djunaedi, E.K., dan Pohan, M.P., 2007. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Bekas Tambang di Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

Yusuf, A.F., 1995. *Inventarisasi dan Penyelidikan Bahan Galian Industri Kabupaten Kepulauan Riau, Provinsi Kepulauan Riau, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung*

## POTENSI MINERAL KUARSA DAN ENDAPAN TIMAH LETAKAN DALAM KAITANNYA DENGAN BATUAN GRANIT LP-1017 BATAM, RIAU KEPULAUAN

Oleh  
**Agus Setyanto, E.Usman dan D. Setiady**  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan

### SARI

Daerah penelitian terletak di perairan Batam Utara. Daerah ini dikenal sebagai jalur granit pembawa timah. Untuk itu, telah dilakukan penelitian secara geologi dan geofisika dalam hubungannya mengetahui kandungan mineralnya, terutama di dalam sedimen permukaan dasar laut atau sebagai suatu endapan letakan.

Berdasarkan teksturnya, sedimen permukaan dasar laut dapat dibagi menjadi 12 unit permukaan dasar laut dimana satuan pasir sebagai tekstur yang paling dominan dibandingkan satuan lainnya.

Kandungan mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) di dalam sedimen permukaan permukaan dasar laut sangat kaya dan kandungan mencapai rata-rata 79,72% berdasarkan analisis mineral di dalam satuan pasir mengandung lempung dan lanau. Mineral ini, kandungannya akan lebih tinggi lagi bila terdapat di fragmen kasar (pasir – kerikil) dan kandungannya bisa mencapai lebih dari 90%. Mineral kuarsa ini sangat umum terdapat di dalam batuan granit atau batuan felsik. Batuan granit di daerah penelitian juga mengandung mineral kasiterit dan mineral berat lainnya. Mineral kasiterit adalah pembentuk logam timah yang mengandung 10 hingga 150 ppm. Kandungan tertinggi terdapat di contoh nomor 1017-75 dan terendah terdapat di contoh nomor 1017-15 dan 1017-35.

Mineral kuarsa dan kasiterit diendapkan sebagai endapan letakan dan mineral-mineral ini berhubungan erat dengan proses pelapukan batuan granit yang akhirnya diendapkan di dalam sedimen permukaan dasar laut.

**Kata Kunci: Potensi, Kuarsa, Timah, Granit dan Lp1017.**

### ABSTRACT

*The study area is located on north of Batam waters. This area is known as a tin granites belt. Therefore, some geological and geophysical works have been done in order to know the mineral contain, especially in the sea floor sediment or as a placer deposits.*

*Based on their textures, they can be divided into 12 units of sea floor sediment where sand unit is dominant texture compare to other units.*

*The contain of quartz ( $\text{SiO}_2$ ) minerals in the floor sediment are abundant and they can reach approximately 79,72%, these minerals have been analyzed and can be found in fine sediment such as clay and silt. These minerals will be more abundant in coarse sediment and they are seemly predicted more than 90%. Quartz minerals are very common in granite rocks or in felsic rock. Granites rock in the study area also contain cassiterite minerals and other heavy minerals. Cassiterite mineral is the principal ore of tin which contain of 10 up to 150 ppm. The highest content of tin (Sn) ore deposit was found on 1017-75 samples and the lowest content was found on 1017-15 and 1017-35 samples.*

*Quartz and cassiterite minerals are deposited as a placer deposit and they are closely related to weathering processes of granite rocks, and at last they are deposited in the sea floor sediment.*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perairan Batam bagian utara (Lembar Peta 1017) merupakan daerah granit yang kaya dengan potensi pasir kuarsa dan timah sebagai endapan letakan. Beberapa perusahaan pertambangan dan Kuasa Pertambangan yang diberikan oleh pemerintah setempat memperlihatkan bahwa kegiatan pertambangan umumnya adalah pertambangan golongan C (pasir laut). Padahal di dalam pasir laut tersebut mengandung mineral kuarsa dan timah dan mineral berat lainnya yang bernilai lebih ekonomis bila dibandingkan dengan nilai pasir laut.

Di lain pihak, akibat penambangan pasir laut dalam skala besar telah menyebabkan kerusakan dasar laut dan abrasi pantai.

Berdasarkan hal tersebut maka pada Tahun Anggaran 2005 telah dilakukan penelitian geologi dan geofisika, sehingga dapat diketahui kandungan mineral kuarsa, kasiterit dan mineral berat lainnya (Usman, dkk., 2005). Dari penelitian tersebut diharapkan akan diperoleh data potensi sumber daya mineral guna mendukung data potensi mineral di perairan Batam – Riau Kepulauan dalam rangka mendukung inventarisasi data mineral nasional. Diharapkan pula dari kajian dan analisis mengenai mineral kuarsa dan timah plaser akan memperkuat landasan bagi pengambilan keputusan perlunya penetapan zonasi mineral di perairan Batam dan sekitarnya.

### Maksud dan Tujuan

Maksud kegiatan penelitian adalah dalam rangka mendukung data dan informasi geologi kelautan untuk mendukung inventarisasi data sumber daya mineral di wilayah laut nasional khususnya di daerah-daerah perbatasan. Dari data tersebut selanjutnya akan menjadi dasar dalam evaluasi kondisi geologi, potensi energi dan sumber daya mineral dan aspek lainnya yang mendukung kepentingan penentuan batas negara dengan negara tetangga.

Sedangkan tujuan kegiatan penelitian adalah untuk memperoleh data-data geologi bawah permukaan dan potensi mineral timah dalam pasir laut di perairan Lembar Peta 1017 yang diharapkan dapat bermanfaat bagi upaya pemanfaatan sumber daya alam di laut, terutama sumber daya mineral.

### Metoda Penelitian

#### Geologi Regional

Secara geologi perairan Batam termasuk dalam jalur timur (*eastern province*) granit Asia Tenggara yang berumur Karbon, Perm dan Trias yang kaya dengan kandungan timah (Cobing, 1992). Granit ini terbentuk pada saat orogenesis Trias yang mengangkat batuan granit ke permukaan sebagai satu rangkaian pulau-pulau timah yang membujur dari daratan Thailand – Malaysia hingga Bangka – Belitung, jalur timah ini dikenal sebagai *Tin Belt of Sumatera* yang kemudian dikenal sebagai jalur granit Asia Tenggara. Mineral-mineral letakan yang didominasi oleh timah dan mineral berat tersebut berasal dari batuan granit pada pulau-pulau timah yang terdapat di sekitar perairan LP-1017 yang telah mengalami deformasi dan pelapukan.

Batuan granit di P. Batam dan P. Bintan juga merupakan kesatuan batuan granit yang terdapat di Semenanjung Peninsula Malaysia yang melampar hingga ke Kalimantan Barat. Ciri-ciri batuan beku granit ini adalah: berwarna abu-abu kemerahan hingga kehijauan, berbutir kasar dengan komposisi mineral feldspar, kuarsa, hornblende dan biotit. Mineral utama umumnya adalah bertekstur primer dan membentuk suatu pluton batholit bertipe asam yang tersingkap dengan baik di daratan P. Batam dan P. Bintan. Menurut Cobing (1992), batuan granit di perairan Batam merupakan Granit Tipe S yang dicirikan oleh kandungan  $\text{SiO}_2$  (lebih besar dari 66%) dan Sn yang besar, sedangkan CaO dan  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih kecil.

Sedangkan batuan sedimen yang terdapat di daratan P. Batam dan P. Bintan adalah pelamparan dari Formasi Goungan yang terdiri dari batupasir tuffan berwarna keputih-putihan dengan butir yang halus hingga menengah membentuk laminasi sejajar. Batuan lainnya adalah umumnya dijumpai sebagai tuf dasitan dan tuf lithik feldspatik (pyroclastics) berwarna putih,

halus dan setempat-setempat berselingan dengan batupasir. Formasi Goungan adalah batuan sedimen dengan penyebaran paling luas di P. Batam dan P. Bintan; penyebarannya diduga menerus ke laut.

## Analisis Besar Butir

Analisis besar butir dilakukan dengan memisahkan berat asal 100 gram (tanpa cangkang). Pemisahan butir dilakukan mulai dari fraksi -2.0 phi hingga 4.0 phi, sedangkan untuk fraksi lainnya dihitung mulai dari 4.0 phi hingga 8.0 phi setelah melalui proses pengeringan.

Data tersebut kemudian diolah pada komputer dengan mempergunakan *Program Sel, Kum dan Kummod* untuk mendapatkan beberapa parameter, antara lain: X (phi), sortasi, skewness, kurtosis serta komposisi kerikil, pasir, lanau dan lempung (lumpur). Klasifikasi sedimen disusun berdasarkan *Folk (1980)* dengan memperhatikan parameter persentase dari kandungan butiran yang terdapat tiap 100 gram sedimen.

## Analisis Kimia dan Fotomikrograf

Analisis kuarsa, timah dan mineral berat dilakukan secara megaskopis dan mikroskopis. Analisis megaskopis dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan butiran kuarsa sebagai penciri sedimen mengandung timah. Selanjutnya dilakukan analisis geokimia di laboratorium secara AAS. Analisis lainnya adalah analisis sayatan tipis di bawah mikroskop (petrografis) yang disajikan dalam bentuk fotomikrograf dengan perbesaran 200 x. Dengan analisis tersebut diharapkan kandungan kuarsa, timah dan mineral berat dalam sedimen dasar laut di LP-1017 dapat diketahui.

## Seismik Pantul

Untuk mendapatkan data mengenai geologi bawah dasar laut (batuan dan mineral) dipergunakan metoda seismik pantul (*seismic reflection*). Dengan menggunakan metoda seismik akan dapat membantu mengetahui penyebaran/ketebalan batuan dan sedimen yang mengandung mineral. Penafsiran data seismik pantul menggunakan prinsip-prinsip Seismik Stratigrafi, yaitu pengenalan terhadap ciri-ciri reflektor batas atas, batas bawah dan bagian dalam (*internal reflector*) setiap unit seismik (Priyono, 2000). Selanjutnya pengenalan dan penamaan ciri-ciri reflektor mengacu pada Sangree & Wiedmier (1979) dan Sherif (1980). Umumnya ciri-ciri reflektor di daerah penelitian adalah: selaras (*C=Concordance*), laminasi sejajar (*P=Parallel*), berbentuk huruf S (*S=Sigmoid*), miring (*O=Oblique*) dan selaras (laminasi/paralel), berbukit-bukit (*M=Mounded*), dan longoran (*slump*). Sedangkan kontak ketidakselarasan dapat berupa pepadat erosi (*erosional truncation*) atau kontak membaji (*onlap*).

## HASIL PENELITIAN

### Sedimen Permukaan Dasar Laut

Pengambilan contoh sedimen dilakukan pada 81 lokasi pada LP-1017 yang meliputi perairan bagian barat dan utara P. Batam serta perairan bagian utara dan timur P. Bintan. Bagian tengah daerah penelitian termasuk dalam perairan Selat Phillip, di bagian barat berbatasan dengan Selat Malaka dan bagian timur berbatasan dengan Laut Natuna (Gambar 1).

Hasil analisis Besar Butir (*Folk, 1980*), diperoleh 12 satuan tekstur sedimen dasar laut yang terdiri dari: Lumpur pasiran sedikit kerikilan (g)sM, Pasir lumpuran sedikit kerikilan (g)mS, Pasir lumpuran kerikilan (gmS), Pasir kerikilan (gS), Kerikil pasiran (sG), Lumpur kerikilan (gM), Lanau pasiran (sZ), Lanau (Z), Lumpur sedikit kerikilan (g)M, Pasir sedikit kerikilan (g)S, Lumpur pasiran kerikilan (gsM) dan Pasir lanauan (zS). Selanjutnya satuan tekstur tersebut dikelompokkan menjadi kelompok tekstur sedimen dasar laut yang terdiri dari lumpur, lanau, pasir dan kerikil (Gambar 2).

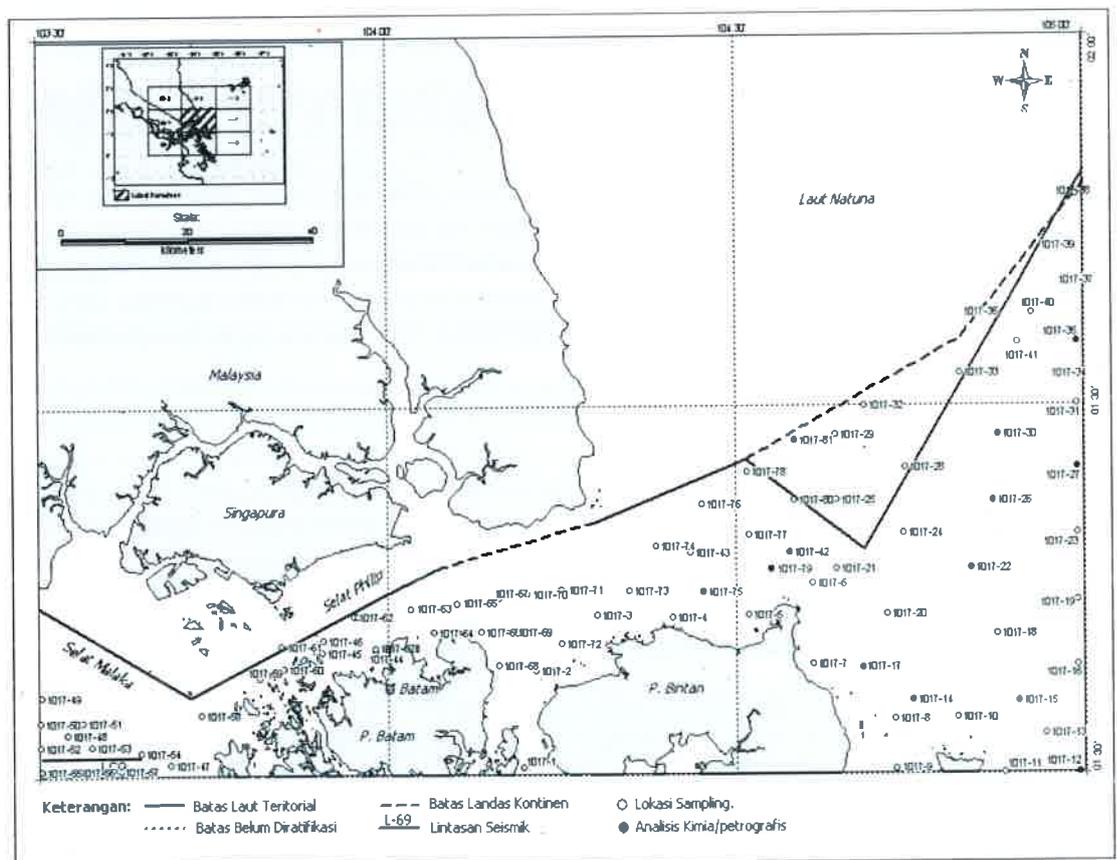
Secara umum sedimen yang terdapat di daerah penelitian merupakan fraksi kasar dengan ukuran yang didominasi oleh pasir ukuran sedang hingga kasar. Kondisi ini disebabkan oleh geologi daerah penelitian merupakan daerah granit yang kaya dengan butiran mineral kuarsa dan mineral ubahan lainnya seperti: kaolin dan lempung teroksidasi berwarna kemerahan. Dominannya mineral kuarsa menunjukkan tipe batuan induk adalah batuan beku asam. Disamping itu, kondisi arus yang kuat yang bergerak mengikuti alur Selat Malaka terutama di daerah antar pulau (selat) menyebabkan sedimen fraksi halus akan terbawa jauh oleh arus, hanya fraksi kasar yang diendapkan di perairan bagian tengah, barat laut, utara dan timur. Sedangkan di daerah bagian barat dan tenggara muncul sedimen yang lebih halus (lumpur dan lanau) dengan campuran pasir dan kerikil.

Bentuk fisik butiran yang umum dijumpai adalah butiran berwarna putih bersih, sedikit lithik berwarna hitam dan menyudut tajam. Butiran berwarna putih tersebut adalah pasir kuarsa yang berasal dari rombakan batuan granit. Kandungan cangkang dan lempung kaolinit (*deskripsi megaskopis di lapangan*) umumnya terdapat di daerah perairan dengan morfologi yang datar dan arus yang lemah, yaitu di bagian barat, tenggara dan timur daerah penelitian.

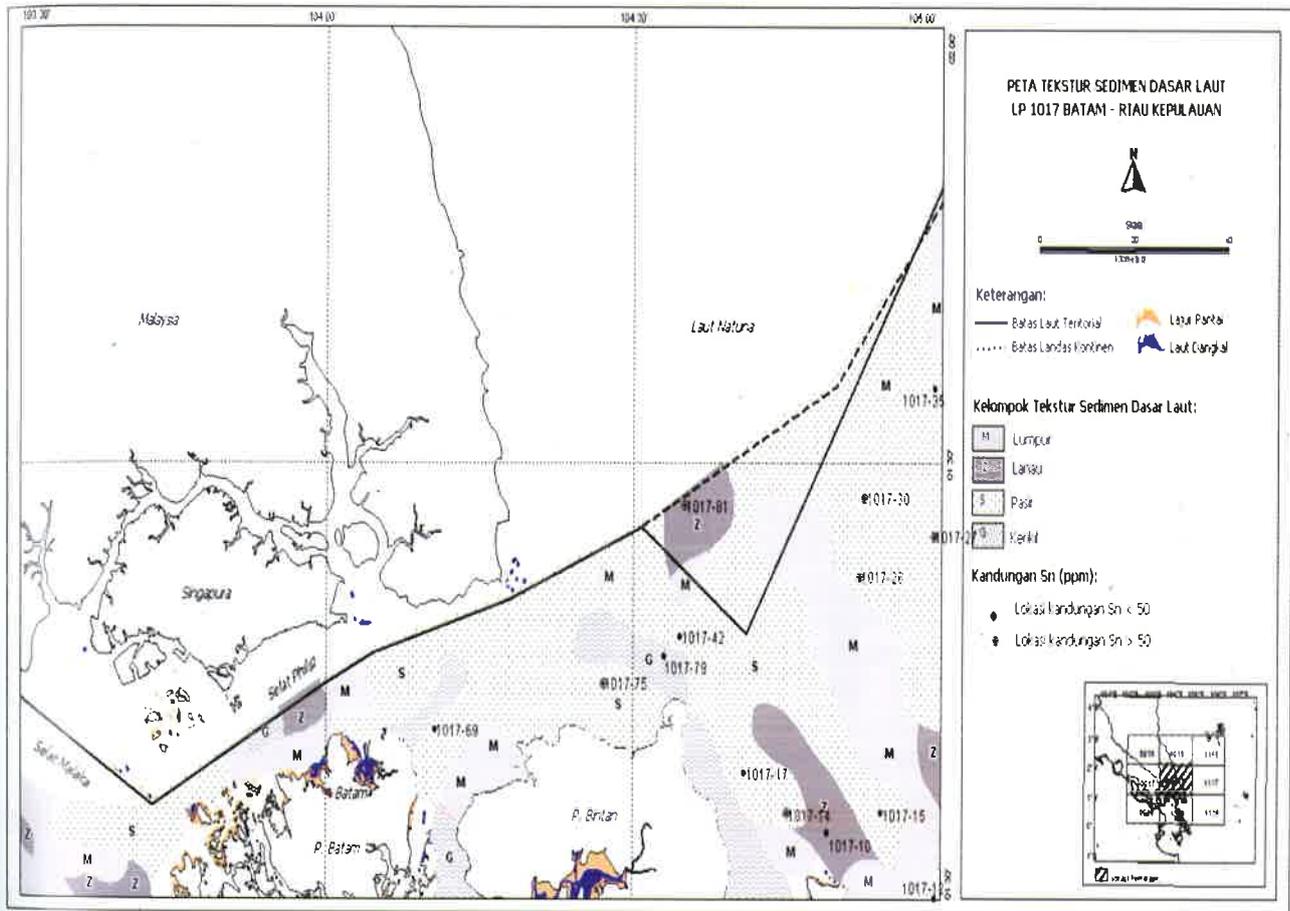
### Kandungan Mineral

### Analisis Kimia

Pemeriksaan terhadap unsur logam dan non-logam dilakukan untuk mendapatkan data kandungan mineral timah (Sn) dan kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) dalam sedimen dasar laut (lanau – kerikil). Kandungan Sn berkisar antara 10 - 150 ppm; Sn tertinggi terdapat di lokasi 1017-75 dengan kandungan 150 ppm dan terendah di lokasi 1017-15 dan terendah di lokasi 1017-35 dengan kandungan 10 ppm – (Tabel 2).



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh sedimen permukaan dan lintasan seismik L-69 Lembar Peta 1017.



Gambar 2. Sebaran kelompok tekstur sedimen dasar laut Lembar 1017 Batam – Riau Kepulauan (Usman, drr, 2005).

Mineral kuarsa ( $SiO_2$ ) umumnya dengan kandungan di atas 74,54%. Nilai ini tergolong tinggi di atas 66% (Cobing, 1992) karena dihitung pada sedimen pasir yang mengandung lempung dan lanau. Apabila analisis dilakukan pada endapan pasir tanpa lempung, maka kandungan  $SiO_2$  dapat mencapai angka rata-rata di atas 90%. Sebab pada dunia industri kandungan  $SiO_2$  yang diperlukan rata-rata di atas 98%.

No	Lokasi Contoh	$SiO_2$ (%)	Sn (ppm)	Tekstur Sedimen (Folk, 1980)
1	1017-12	79,56	30	Pasir Lumpuran Kerikilan, gmS
2	1017-14	80,44	120	Pasir Lumpuran Sedikit Kerikilan, (g)mS
3	1017-15	81,68	10	Pasir Kerikilan, gS
4	1017-17	-	20	Pasir Lumpuran Sedikit Kerikilan, (g)mS
5	1017-22	76,27	10	Lumpur Pasiran Sedikit Kerikilan, (g)sM
6	1017-26	-	70	Pasir Lumpuran Sedikit Kerikilan, (g)mS
7	1017-27	74,54	80	Pasir Kerikilan, gS
8	1017-30	75,22	60	Pasir Kerikilan, gS
9	1017-35	79,87	10	Pasir Lumpuran Sedikit Kerikilan, (g)mS
10	1017-42	80,08	20	Pasir Lumpuran Sedikit Kerikilan, (g)mS
11	1017-69	-	30	Pasir Lumpuran Kerikilan, gmS
12	1017-75	-	150	Pasir Sedikit Kerikilan, (g)S
13	1017-79	78,79	40	Kerikil Pasiran, sG
14	1017-81	90,76	100	Lanau Pasiran, sZ

Tabel 2. Hasil analisis 14 contoh terpilih mineral Lembar Peta 1017 Batam – Riau Kepulauan.



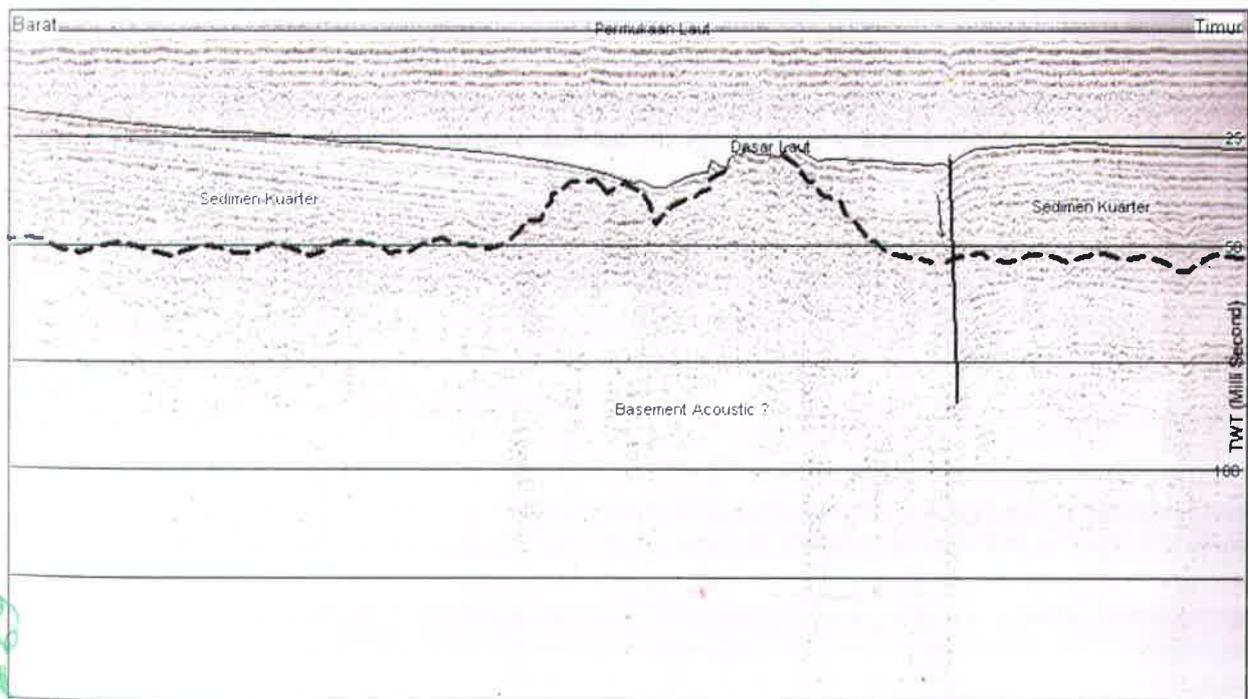
**Magnetit dan Limonit**

Hampir seluruh permukaan fotomikrograf memperlihatkan kehadiran mineral berat dari jenis magnetit dan limonit serta fragmen batuan dan material organik (cangkang kerang dan fosil) walaupun dalam jumlah yang terbatas.

Kenampakan magnetit 16,4% dari seluruh luas fotomikrograf, warna abu-abu kecoklatan, isotropic, sebagian hadir sebagai butiran bebas, sebagian yang berbutir lebih halus terikat dalam fragmen batuan. Sedangkan kenampakan limonit 32,9% dari seluruh luas fotomikrograf, warna abu-abu keruh, sebagian berikatan dengan fragmen batuan. Namun perbedaan antara magnetit dan limonit adalah pada warna, sedangkan persamaan adalah sama-sama berikatan dengan fragmen batuan.

Kenampakan magnetit dan limonit pada fotomikrograf memerlukan kajian dan analisis yang lebih mendalam mengingat mineral-mineral tersebut merupakan mineral berat yang menjadi penciri batuan vulkanik. Namun kehadiran mineral-mineral tersebut dapat memberikan indikasi awal kemungkinan batuan sumber berasal dari daratan P. Sumatera yang sebelumnya mengalami kegiatan vulkanisme dan kemudian diendapkan ke laut melalui sungai-sungai di sekitar daerah penelitian.

Untuk mendapatkan kondisi geologi bawah permukaan (batuan dasar, mineral dan struktur) dipergunakan hasil data rekaman seismik. Pada lintasan L-69 yang terletak di bagian barat P. Batam dengan arah barat-timur memperlihatkan beberapa satuan batuan dan struktur geologi. Kedua satuan batuan tersebut adalah: batuan dasar (*basement acoustic*) dan sedimen kuartar (Gambar 4). Sedangkan struktur geologi berupa patahan yang berkembang pada sedimen Kuartar dan batuan dasar.



Gambar 4. Interpretasi kondisi geologi bawah permukaan (batuan dan mineral) berdasarkan rekaman seismik pantul Lintasan L-69 (Barat – Timur) LP-1017.

### Diskusi

Hasil interpretasi seismik menunjukkan sedimen Kuartar merupakan reservoir bagi mineral-mineral ekonomis (kuarsa, timah dan mineral berat). Diperkirakan bahwa batuan dasar di daerah penelitian adalah batuan granit yang merupakan salah satu batuan sumber dari mineral-mineral kuarsa, timah dan mineral berat. Batuan sumber lainnya adalah batuan vulkanik yang terdapat di beberapa pulau-pulau, seperti P. Sumatera, P. Batam dan P. Bintan, walaupun kepastian mengenai batuan sumber tersebut masih perlu dilakukan penelitian yang lebih detail lagi.

Struktur geologi patahan yang berkembang terjadi pada sedimen kuartar dan batuan dasar (*basement acoustic*). Untuk menjelaskan tentang perkembangan struktur patahan di daerah penelitian perlu memahami beberapa periode tektonik sejak terbentuknya batuan granit pada Trias hingga periode tektonik paling akhir pada Plio-Pleistosen. Struktur patahan tersebut memberi indikasi tentang kondisi batuan yang telah mengalami gejala tektonik regional yang telah berlangsung lama dan teraktifkan kembali. Struktur geologi yang masih terlihat hingga ke sedimen permukaan juga memberikan indikasi bahwa kondisi batuan telah mengalami pemadatan dan kompaksi yang tercermin pada butiran-butiran telah mengalami sementasi.

Pada sedimen Kuartar mineral timah, magnetit, limonit (mineral berat) dan kuarsa secara umum terdapat dalam sedimen berbutir kasar (pasir – kerikil) dengan butiran penyusun utama adalah mineral kuarsa. Kandungan mineral tersebut pada beberapa analisis kimia dan petrografis memberikan harapan jika dilakukan pemboran lebih dalam di daerah-daerah yang prospek, maka kandungan mineral logam akan lebih besar dibandingkan hasil analisis pada sedimen permukaan. Hal ini karena mineral-mineral logam dengan berat jenis yang lebih besar mempunyai kecenderungan diendapkan pada lapisan sedimen yang lebih dalam.

Bila perizinan hanya semata-mata untuk penambangan pasir laut (golongan C), maka cadangan dan ketersediaan mineral nasional akan ikut terkuras tanpa memberikan masukan dalam artian ekonomi kepada negara. Oleh sebab itu, perlu langkah perhitungan secara ekonomis mineral-mineral pada perizinan penambangan pasir laut di perairan P. Batam. Langkah yang perlu dilakukan adalah penetapan daerah-daerah konservasi mineral dan daerah-daerah dengan perizinan penambangan mineral ekonomis tertentu. Untuk itu perlu dibuat zona-zona konservasi mineral-mineral yang bernilai ekonomis, sehingga dalam pemberian perizinan penambangan pasir laut harus memperhatikan keekonomian dari mineral-mineral tersebut.

### KESIMPULAN

Potensi mineral kuarsa, timah dan mineral berat dalam sedimen dasar laut cukup besar. Hasil analisis kimia sebagai identifikasi data awal memperlihatkan kandungan timah (Sn) berkisar antara 10 – 150 ppm. Sedangkan kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) dengan kandungan di atas 66% dan tertinggi 90,76%. Apabila eksplorasi dilakukan pada daerah-daerah dengan konsentrasi kandungan  $\text{SiO}_2$  dan Sn yang lebih besar dengan pemboran, maka kandungan tersebut akan lebih besar lagi. Oleh sebab itu dalam pemberian perizinan Kuasa Pertambangan (KP) pasir laut, kandungan mineral-mineral tersebut perlu menjadi pertimbangan secara ekonomis. Dengan demikian diharapkan cadangan mineral-mineral ekonomis akan dapat memberikan manfaat terhadap pembangunan daerah dan nasional.

### Saran

Potensi tersebut perlu kajian penetapan zonasi mineral-mineral ekonomis, sehingga pemberian perizinan Kuasa Pertambangan (KP) pasir laut memperhatikan potensi mineral-mineral kuarsa dan timah yang jauh lebih tinggi nilai ekonominya.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan Bpk. Ir. Subaktian Lubis, M.Sc atas dorongan dan pimpinannya. Terima kasih juga disampaikan kepada Ir. Dida Kusnida, M.Sc. pada saat menjadi Korkel Penelitian Dasar dan Pemetaan Geologi Kelautan memberi kesempatan kepada penulis untuk menjadi Kepala Tim LP-1017 dan Lili Sarmili, M.Sc. atas koreksi dan saran-sarannya. Tak lupa terima kasih kepada Kepala Tim Ir. Ediar Usman, MT atas kerjasamanya sehingga terciptanya paper ini, Anggota Tim LP-1017 lainnya (IKG. Aryawan, Luli Gustiantini, Yani Permanawati, Novi Sutisna, Subarsyah dan Hartono) atas segala kerjasamanya, baik pada saat pengambilan maupun pengolahan data.

**ACUAN**

- Cobing, E.J., 1992, *The granite of the South-East Asian Tin Belt*, British Geological Survei, London.
- Folk, R.L., 1980, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hamphill Publishing Company Austin, Texas. 170 P.
- Priyono, A., 2000, *Kumpulan Bahan-Bahan Kuliah Interpretasi Geologi Seismik - Program Pascasarjana (S2) ITB*, Bandung, tidak dipublikasikan.
- Sangree, JB. and JM. Wiedmier, 1979, *Interpretation Facies from Seismic Data*, Geophysic 44, N.2, p.131.
- Sherif, RE., 1980, *Seismic Stratigraphy*, International Human Resources Development Corporation, Boston, P.222.
- Usman, E., Setyanto, A., Gustiantini, L., Permanawati, Y., Aryawan, IKG., Subarsyah dan Hartono, 2005, *Penelitian Geologi dan Potensi Energi dan Sumber Daya Mineral Bersistem (LP-1017) Batam – Riau Kepulauan*, Lap. Intern PPPGL, tidak dipublikasikan.

Lampiran: Deskripsi Fotomikrograf

	A	B	C	D	E	F	G	
1								
2								
3								
4								
5								
6								

No Foto	1
Jenis Foto	: Mikrograf.
Nikol	: Sejajar (200 x).
No. Sampel	: LP 1017-15.
1 A-E	Butiran kuarsa (Q), abu-abu pucat membentuk butiran.
3 D, 4-5 D	Kasiterit (CS) 5,5%, warna putih terang, anisotropik, translusen pada bagian luar butiran.
1-6 F-H & 3-6 A - C	Magnetit (M) 16,4%, warna abu-abu kecoklatan, isotropik, sebagian hadir sebagai butiran bebas, sebagian yang berbutir lebih halus terikat dalam fragmen batuan.
1-6 F-H & 3-6 A - C	Limonit (L) 32,9%, warna abu-abu keruh, sebagian berikatan dengan fragmen batuan
4 G	Mineral/material yang lain terdiri-dari fragmen batuan, kuarsa dengan ukuran lebih halus dan material organik (cangkang kerang dan fosil).

## KAJIAN PASAR MINERAL DAN USULAN STRATEGI EKSPLORASI SUMBER DAYA MINERAL DI INDONESIA

Oleh  
**Teuku Ishlah**  
Perekayasa Madya, Bidang Program dan Kerja Sama  
Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Kegiatan eksplorasi sumber daya mineral, batubara dan sumber daya geologi lainnya sangat tergantung pada permintaan, harga, ongkos produksi, teknologi pengolahan dan kondisi politik, ekonomi dan hukum serta keamanan suatu Negara. Oleh karenanya diperlukan kajian pemilihan mineral untuk kepentingan eksplorasi sumberdaya mineral, batubara dan sumber daya bumi lainnya. Berdasarkan data statistik mineral yang diterbitkan oleh USGS 2008, produksi dan harga komoditas mineral naik tajam sejak tahun 1990 dan terjadi lonjakan kenaikan harga seperti emas, nikel, besi, molybdenum, aluminium, uranium, batubara dan sebagainya.

Indonesia yang secara geologi, sangat menarik untuk terbentuknya mineral, batubara, panas bumi dan minyak dan gas bumi. Berdasarkan hasil kajian besaran nilai pasar, kondisi geologi dan minat investasi di Indonesia, diusulkan jenis mineral yang diutamakan untuk dieksplorasi yang terdiri dari emas, tembaga dan mineral ikutannya, batubara, potasium, titanium dioksid, dan nikel-kobal-krom. Selanjutnya jenis mineral yang dianggap perlu dilakukan kajian/riset/joint study antara lain adalah timah putih, timah hitam-seng, molibden, bauksit, platinum grup, belerang gunungapi, bijih besi, intan dan uranium).

### ABSTRACT

*The exploration activity of mineral resources, coal and other geological resources depend on supply, price, production cost, processing technology, and political, economic, law enforcement and security condition of its country. By the way, it is very important for mineral screening study for the arrangement of the exploration of mineral, coal and other geological resources. Based of minerals statistics which was published by USGS 2008, production and price of mineral commodity increased such as ; gold, nickel, iron, molybden, aluminum, uranium, coal etc.*

*The geological condition of Indonesia is very interesting for mineral, coal, geothermal and oil and gas genesis. Based on the market value, geological conditions and infestation in Indonesia is very promising. The proposed type of minerals which are very important for exploration consisting of gold, copper and associated minerals, coal, potassium, titanium dioxide, and nickel-cobalt-chrom. In addition, the type of minerals are very important for research/reconnaissance activity namely tin, lead-zinc, molybden, bauxite, platinum group, volcanic sulfur, iron ore, diamond and uranium.*

### 1. PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi sumber daya mineral, batubara, dan sumber daya geologi lainnya sangat tergantung pada permintaan, harga komoditi mineral di pasar internasional, harga produk olahan mineral, kondisi geologi suatu daerah/negara, perkembangan teknologi (eksplorasi dan pasca eksplorasi, teknologi pemurnian), modal, faktor-faktor situasi politik, kepastian hukum suatu negara, dan faktor eksternal lainnya yang sangat sukar diperhitungkan. Oleh karena itu dalam rangka eksplorasi, diperlukan kajian tentang permintaan dan kapasitas pasar komoditi mineral dalam sekala mendunia (global). Biasanya perusahaan-perusahaan besar yang bergerak pada bisnis pertambangan (mineral dan perminyakan) dan negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Jerman, Rusia, Perancis, Jepang juga melakukan

kajian yang disebut sebagai Kajian Strategis Perencanaan Pemilihan Mineral ("Mineral Screening Study Strategic Planning").

Hasil kajian mineral oleh Amerika Serikat juga dipantau oleh Kedutaan Besar Negara lain di seluruh dunia termasuk Kedutaan Besar RI di Washington. Tujuan Negara maju melakukan kajian sumber daya mineral adalah untuk kepentingan industri dalam negeri negara bersangkutan, kerja sama internasional (bilateral) dan kepentingan pertahanan/keamanan. Bahkan kegiatan-kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya mineral dan energi termasuk investasi tanpa henti termasuk pada saat perang seperti perang dunia I (1914-1920) dan II (1939-1945). Pada masa perang dunia ke-2, Pemerintah Pendudukan Jepang menerbitkan 2.607 konsensi pertambangan di Indonesia. Konsensi tersebut dibekukan/dibatalkan oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1959, berdasarkan Undang Undang Nomor 10 Tahun 1959 Tentang Pembatalan Hak Pertambangan Sebelum 1949. Pusat Sumber Daya Geologi juga telah mulai memperhatikan kajian mineral yang dilakukan oleh negara lain dengan mengundang Kepala Perwakilan Negara Sahabat di Jakarta dalam acara seminar bertaraf nasional dan internasional.

Tujuan dari kajian tersebut adalah untuk melihat perkembangan permintaan mineral secara mendunia dan regional dari berbagai aspek (produksi, permintaan industri, ekspor, impor, mineral ikutan dan sebagainya). Dari data tersebut akan ditetapkan kebijaksanaan eksplorasi sumberdaya mineral baik untuk keperluan lembaga pemerintah maupun untuk perusahaan pertambangan. Kajian ini dimaksudkan untuk memilih jenis mineral apa saja yang dapat dijadikan prioritas/unggulan untuk dilakukan kegiatan eksplorasi, baik yang dilakukan oleh negara maupun oleh perusahaan pertambangan. Kegiatan ini mencakup kegiatan evaluasi indikasi dan evaluasi jumlah serta nilai pasokan mineral di pasar internasional. Disamping itu dilakukan juga studi besaran pasar yang dikaitkan dengan nilai jual suatu mineral. Data kajian pasar ini diperoleh dari data produksi dikalikan dengan harga rata-rata mineral dipasar internasional. Kajian ini masih awal dan data tersebut akan berubah dengan sangat dinamis.

Hasil evaluasi tersebut selanjutnya dikelompokkan menjadi 3 jenis kapasitas pasar sehingga memudahkan untuk pengambilan keputusan dalam hal strategi eksplorasi mineral yang mempunyai nilai harga di pasar dunia.

## 2. KAPASITAS PASAR MINERAL

Tiga skenario yang ditampilkan pada kesempatan ini dibuat atas dasar pembagian kapasitas pasar mineral. Skenario Pertama adalah kelompok mineral dengan kapasitas pasar lebih dari US\$ 1 miliar (billion). Skenario II adalah kelompok mineral dengan kapasitas pasar antara US\$ 100.000.000,- sampai dengan US\$ 1 miliar (billion) dan Skenario ke-III adalah kelompok mineral dengan kapasitas pasar lebih kecil dari US\$ 100.000.000,-.

Dalam naskah ini akan dibahas data statistik mineral I dari USGS 1990 dan 2006. Dari data statistik produksi mineral dunia tahun 1989 oleh USGS, ditemukan 21 jenis mineral yang kapasitas pasarnya melebihi US\$ 1 miliar dengan nilai seluruhnya mencapai US\$ 135.199,00 miliar, 16 jenis mineral yang termasuk dalam katagori kedua yakni Kapasitas Pasar Menengah yang nilainya mencapai US\$ 6.120,- dan 13 jenis mineral yang termasuk dalam kelompok Kapasitas Pasar Rendah yakni lebih rendah dari US\$ 100.000.000, jumlahnya mencapai US\$ 585.000.000,- diantaranya grafit, vermikulit, germanium, arsen, rhenium yang sebagian besar termasuk mineral ikutan.

Berdasarkan data statistik mineral yang diterbitkan oleh USGS 2008, menunjukkan bahwa pada tahun 2006 terjadi lonjakan besar atas nilai pasar mineral di dunia, baik dalam tingkat produksi maupun harga komoditas mineral terutama mineral logam (emas, tembaga, nikel, timah, molibden, bijih besi), uranium dan batubara yang naik secara tajam mencapai antara 2 sampai dengan 5 kali bila dibandingkan dengan kondisi tahun 1989 (Tabel 1). Produksi batubara dunia pada tahun 1989 sekitar 1,2 miliar ton sedangkan pada tahun 2006 mencapai 3.090 miliar ton. Untuk kelompok Kapasitas Pasar Tinggi dengan nilai pasar diatas US\$ 1 miliar, pada tahun 2006 dipasarkan sebanyak 26 jenis mineral dimana sebagian berasal dari jenis yang pada tahun 1989 termasuk dalam kelompok Kapasitas Menengah seperti molibden, uranium, intan dan sebagainya. Nilai pasar ke-26 jenis mineral dari kelompok Kapasitas Pasar Tinggi ini mencapai US\$ 632.083 miliar, naik dari US\$ 135.199 miliar pada tahun 1989. Bahkan terdapat mineral yang termasuk

dalam kelompok ke-3 pada tahun 1989 seperti vermikulit memasuki kelompok Kapasitas Pasar Tinggi dengan nilai pasar US\$ 7.200 miliar. Tabel 1, ini juga menunjukkan bahwa nilai pasar mineral silikon meningkat mencapai 295%. Silikon digunakan sebagian besar untuk kepentingan industri optik, elektronik dan perangkat komputer.

Tabel 1. KAPASITAS PASAR TINGGI (DIATAS 1 MILIAR DOLAR AS)

1989		2006	
JENIS MINERAL	NILAI	JENIS MINERAL	NILAI
1. Aluminium	24.300	1. Batubara	154.500
2. Emas	21.000	2. Tembaga	113.147
3. Tembaga	17.300	3. Aluminium	105.428
4. Batubara	12.400	4. Nikel	62.655
5. Bijih besi	7.200	5. Emas	59.721
6. Belerang	7.100	6. Uranium	15.466
7. Seng	6.500	7. Potasium	12.870
8. Titan dioksid	6.400	8. Platinum	12.201
9. Batu posfat	5.400	9. Molibdenum	12.095
10. Silikon	4.000	10. Bijih Besi	11.970
11. Nikel	3.700	11. Silikon	11.807
12. Timah hitam	3.300	12. Perak	8.831
13. Perak	3.000	13. Timah hitam	8.530
14. Potasium	3.000	14. Vermikulit	7.280
15. Platinum	2.500	15. Batu posfat	5.777
16. Uranium	1.592	16. Bauksit	5.130
17. Asbestos	1.575	17. Intan	4.410
18. Bauksit	1.400	18. Mangan	3.650
19. Timah	1.350	19. Seng	3.495
20. Mangan	1.100	20. Belerang	2.640
21. Magnesium	1.082	21. Tungsten	2.500
		22. Titan dioksid	2.194
		23. Magnesium	2.100
		24. Krom	1.571
		25. Boron	1.230
		26. Flourspar	1.152

Sumber : US Geological Survey, 2008, Mineral Commodity Summaries 2008, diolah kembali

Kelompok mineral yang termasuk dalam Kelompok Pasar Menengah pada tahun 2006 sebanyak 15 jenis mineral atau menurun 1 jenis mineral bila dibandingkan dengan data tahun 1989, namun jenis mineralnya sangat berbeda (Tabel 2). Nilai pasar keseluruhan mencapai US\$ 5.991 miliar, menurun dari US\$ 6.120 miliar pada tahun 1989. Penurunan ini disebabkan beberapa mineral pada kelompok ini meningkat tajam dan pindah ke kelompok pertama. Bila diperhatikan nilai pasarnya, harga komoditas kelompok ini tidak meningkat dengan tajam. Sebagian besar jenis mineral dalam kelompok ini merupakan mineral ikutan yang tidak bernilai seperti mineral tanah jarang basnasit tidak berharga dan diperlakukan sebagai sampah. Mineral barit yang banyak digunakan untuk kepentingan lumpur dalam pemboran minyak dan gas bumi juga mengalami penurunan. Hal ini disebabkan sejak 1990 sampai dengan 2001 tidak menarik untuk dilakukan eksplorasi minyak bumi, karena harga minyak bumi pada periode tersebut sekitar 12-18 dolar per barel.

Sedangkan dalam kelompok Kapasitas Pasar Rendah terdapat 8 jenis mineral yang sebelumnya 13 jenis mineral dengan nilai pasar US\$ 336 juta, turun dari US\$ 585 juta pada tahun 1989. Untuk jelasnya perhatikan Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. KAPASITAS PASAR MENENGAH (US\$ 100 JUTA- US\$ 1 MILIAR)

1989		2006	
JENIS MINERAL	NILAI	JENIS MINERAL	NILAI
1. Logam Tanah Jarang	759	1. Vanadium	956
2. Trona	680	2. Logam tanah jarang	759
3. Boron	610	3. Trona	680
4. Flourspar	600	4. Asbestos	584
5. Molibdenum	600	5. Berilium	560
6. Kromium	460	6. Indium	405
7. Vanadium	450	7. Titanium ilminit dan rutil	342
8. Barit	400	8. Antimoni	324
9. Titanium metal	330	9. Barit	320
10. Kadmium	280	10. Rhenium	237
11. Berilium	235	11. Zirkon	214
12. Tunsten	207	12. Bismut	173
13. Litium	150	13. Kadmium	163
14. Zirkon	133	14. Litium	150
15. Antimoni	126	15. Germanium	124
16. Intan industri	100		

Sumber : US Geological Survey, 2008, Mineral Commodity Summaries 2008, diolah kembali

Tabel 3. KAPASITAS PASAR RENDAH (LEBIH KECIL DARI US\$ 100 MILION)

1989		2006	
JENIS MINERAL	NILAI	JENIS MINERAL	NILAI
1. Grafit Alam	94	1. Merkuri	85
2. Germanium	85	2. Kolombium	67
3. Vermikulit	67	3. Grafit	62
4. Kolumbium	67	4. Arsen	59
5. Merkuri	63	5. Galium	30
6. Arsen	55	6. Selenium	11,20
7. Tantalum	40	7. Tantalum	11,11
8. Bismut	33	8. Tellurium	10,8
9. Galium	21		
10. Indium	18		
11. Rhenium	18		
12. Selenium	17		
13. Tellurium	7		

Sumber : US Geological Survey, 2008, Mineral Commodity Summaries 2008, diolah kembali.

Setelah data ini terkumpul, maka setiap komoditas mineral juga harus diberikan informasi tentang cadangan, kondisi geologi, teknik pengolahan, ongkos produksi, ongkos energi (untuk prosesing terutama pengolahan mineral yang memerlukan tenaga listrik sangat besar seperti aluminium, tembaga dan nikel), lingkungan hidup, dan variabel lainnya seperti isu Hak Asasi Manusia (HAM), pembangunan masyarakat sekitar kegiatan pertambangan (Community Development), aspirasi politik dan sebagainya. Untuk perusahaan pertambangan, tentunya mempunyai kepentingan yang berbeda dengan lembaga pemerintah. Fungsi lembaga pemerintah melaksanakan inventarisasi dan penyelidikan mineral, batubara, panas bumi, minyak dan gas bumi yang bertujuan untuk diketahui potensi, areal prospektif, mineral ikutan, bahan galian lain dalam suatu areal kuasa pertambangan, kemungkinan jenis mineral terbuang, kepentingan pengawasan dan penerapan kaidah konservasi mineral, penerapan konservasi dan diversifikasi energi.

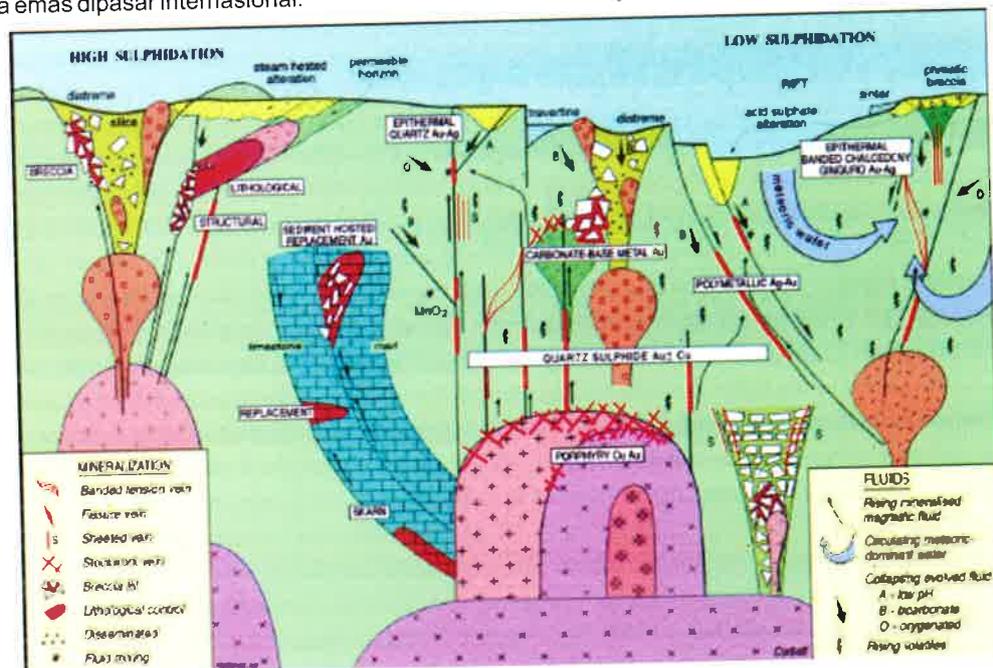
### 3. KOMODITI MINERAL YANG PRIORITAS DI EKSPLORASI

Dari kapasitas pasar mineral di pasar internasional, kelangkaan mineral di dunia, dan kondisi geologi di Indonesia, dan untuk menjawab pertanyaan tentang jenis-jenis mineral yang dapat dijadikan prioritas eksplorasi, diperlukan kajian komoditi mineral yang dikaitkan dengan kondisi endapan mineral secara geologi yang telah ditemukan di Indonesia sebagai berikut :

1. Aluminium : Indonesia memiliki potensi bijih bauksit yang memadai walaupun mutunya lebih rendah bila dibandingkan dengan endapan bauksit di daratan Eropa dan Amerika Utara. Bijih bauksit di Indonesia telah ditemukan di Kepulauan Riau dan Kalimantan Barat. Pada tahun 1969, PT. ALCOA yang merupakan anak perusahaan Aluminium Company of America (ALCOA) di Amerika Serikat, memperoleh kontrak karya pertambangan generasi II, melakukan penyelidikan umum dan eksplorasi bauksit dengan luas areal mencapai 500.000 km<sup>2</sup> (hampir 25% Wilayah RI). Kegiatan ini mencakup bagian Timur Sumatera, Kepulauan Riau, Bangka Belitung, Kalimantan dan Nusa Tenggara dengan maksud mencari endapan bauksit dalam bentuk endapan laterit dan terrarosa. Hasil eksplorasi PT. ALCOA, menemukan beberapa endapan bauksit di beberapa tempat di Kalimantan Barat (Kendawangan, Ketapang, Pantas, Tayan, Sandai dan sebagainya), Kepulauan Riau, dan endapan terarosa yakni endapan bauksit yang terdapat pada batu gamping karst ditemukan di Gunung Sewu (Jawa Tengah), Pulau Sumba (Nusa Tenggara Timur) dan Pulau Muna (Sulawesi Tenggara) dengan sumber daya yang kecil-kecil. Endapan bauksit berupa laterit yang terbaik ditemukan di sekitar Tayan, Kabupaten Sanggau Propinsi Kalimantan Barat dengan cadangan terbukti mencapai 1.300 juta ton, berkadar rata-rata 30% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 7,4% SiO<sub>2</sub>. Sedangkan endapan bauksit yang mengandung 40%-43% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terdapat di Tayan ini, memiliki cadangan terukur mencapai 800 juta ton yang dihitung melalui kajian kelayakan penambangan. Cadangan ini sebenarnya akan dieksploitasi oleh PT. ALCOA pada tahun 1974 dengan investasi US\$ 3.000.000.000,- (kurs Rp 415/US\$). Tetapi setelah perusahaan ini tidak mendapat sambutan dana dari bursa saham dan sindikasi serta bursa saham untuk investasi konstruksi penambangan, pembangkit listrik dan pabrik pengolahan. Akhirnya endapan bijih ini terpaksa ditinggalkan. Sebelumnya pemerintah Indonesia/Menteri Pertambangan menolak permohonan pihak PT Alcoa untuk melakukan penambangan bauksit untuk kepentingan ekspor dalam bentuk bijih tanpa olahan. Pada tahun 1995, dilakukan kajian ulang untuk investasi pengolahan bauksit di Tayan ini tetapi total investasi yang diperlukan mencapai US\$ 14.000 juta. Namun endapan bauksit ini tetap terbengkalai karena tidak ada perusahaan asing yang mau ikut serta. Faktor penyebabnya adalah untuk mengolah bauksit menjadi alumina dan alumina diolah menjadi aluminium, diperlukan tenaga listrik yang sangat besar dimana PT Alcoa harus membangun PLTA. Disamping itu pemerintah RI sangat keberatan dengan kegiatan penambangan yang bertujuan untuk mengekspor bijih tanpa olahan. Saat ini, bauksit langka di pasar dunia dan harganya naik tajam. Permintaan dari RRC, Korea Selatan, Taiwan, Jepang dan negara lain mengakibatkan aluminium meningkat. Saat ini bauksit dipasarkan dengan harga US\$ 28-30 perton. Menurut Haryanto Galoh (2007, Komunikasi pribadi) seluruh bekas areal PT Alcoa, pada akhir 2007 telah menjadi areal Kuasa Pertambangan yang diterbitkan oleh pemerintah kabupaten setempat. Sedangkan cadangan bauksit di Tayan saat ini menjadi lahan kerja sama bilateral

antara Indonesia dengan Rusia.1. Diantara pemegang KP bauksit yang diterbitkan oleh Pemerintah Kabupaten setempat, sebagian telah ada yang memproduksi dengan harga niij bauksit sekitar US \$ 14 per ton, pada hal harga bauksit di pasar London Metall Exchange sekitar US\$ 28 per ton.

2. Tembaga-Emas-Perak ; bila diperhatikan Tabel 1, tampak bahwa tembaga menduduki kapasitas pasar dengan nilai US\$ 113.147 miliar, emas US\$ 59.721 dan Perak US 8.832 Miliar (bandingkan dengan APBN RI 2008 sekitar US\$ 60-70 miliar). Khusus untuk tambang tembaga jenis porfiri, pada tahun 1989-1992 terdapat belasan tambang tembaga di dunia ditutup akibat harga tembaga yang rendah (60-65 cUS\$ per pond). Sedangkan pertambangan tembaga di dunia dapat berjalan karena ongkos produksi pada tahun 1989 hanya 45 cUS\$ perpond. Bila dipertimbangkan aspek geologi di Indonesia, maka mineral tembaga, emas dan perak termasuk mineral yang sangat prospektif. Sebagian besar Kontrak Karya Pertambangan di Indonesia sejak pola KK diluncurkan pemerintah, umumnya bertujuan mencari emas, tembaga dan mineral ikutannya. Oleh karenanya ke-3 jenis mineral ini menjadi sekala prioritas untuk eksplorasi. Hal ini disebabkan indikasi terbentuknya emas di Indonesia sangat meluas dengan mineralisasi dalam kelompok tipe porfiri Cu-Au/Ag dan epitermal (Gambar 1). Tetapi yang menjadi persoalan saat ini, endapan emas yang ditemukan di Indonesia tidak sesuai dengan target 1. perusahaan KK yang beroperasi di Indonesia. Umumnya perusahaan KK di Indonesia mencari emas dengan tonase minimal 30 ton Au pada kadar minimal 1 gr/ton (1 ppm). Akibatnya, prospek Gunung Pani dengan sumber daya terukur (?) sebesar 27 juta ton dengan kadar 1,5 ppm ditinggalkan. Dari 79 daerah prospek emas di Indonesia yang mempunyai cadangan lebih dari 30 ton Au pada kadar 1 gr/ton hanya ditemukan di sekitar Tembagapura (Irian Jaya), Batuhijau (360 juta ton bijih, Cu 0,7% dan Au 0,7 ppm), G. Pongkor Jawa Barat (102 ton, Au 10-18 ppm, kapasitas produksi 2 ton), Messeel di Sulawesi Utara (60 ton, kapasitas produksi 8 ton Au/tahun, tahun 2004 tutup), Kelian (cadangan awal 59 ton, kapasitas produksi 12-14 ton Au/tahun, 2002 tutup) dan Gosowong di Halmahera Tengah (29,5 ton Au. Kadar 20 ppm). Cadangan lainnya sebagian besar lebih kecil dari 10 ton Au sehingga tidak menarik untuk ditambang oleh perusahaan KK yang melakukan eksplorasi. Akibatnya areal prospek tersebut berpindah tangan. Walaupun demikian, usaha perusahaan pertambangan mencari emas sangat tergantung pada harga emas dipasar internasional.



Gambar 1. Konsep Model Porfiri Cu-Au dan Epitermal Au-Ag (Greg Corbett, 1998)

Booming Eksplorasi emas terjadi pada periode 1980-1990 disebabkan harga emas rata-rata diatas 450 USD per troy ounce, dengan harga tertinggi US\$ 800 per troyounce tercapai pada saat AS gempur Iran pada tahun 1980. Kemudian harga emas turun hingga mencapai 260-275 USD/troy ounce yang berlangsung pada periode 1991-2000. Tingkat harga ini tidak menarik untuk dilakukan eksplorasi dan beberapa perusahaan besar yang beroperasi di Indonesia seperti BHP Minerals memberhentikan kegiatannya di Indonesia. Disamping endapan porfiri Cu-Au/Ag, kondisi geologi di Indonesia untuk endapan emas jenis epitermal, alluvial dan juga terdapat emas yang berasosiasi dengan mineralisasi timah hitam, seng, tembaga yang terdapat dalam batuan gunungapi. Perusahaan kontrak karya di Indonesia mulai mencari emas epitermal terjadi pada KK Generasi IV (1984), V (1994), VI (1996) dan VII (1999). Disamping itu, endapan emas yang berhubungan dengan batuan ofiolit/ultrabasa di Indonesia juga telah menunjukkan hasil yang signifikan seperti yang ditemukan di Pegunungan Bobaris dan Meratus. Saat ini harga emas mencapai US\$ 900-1000 per troy unce, tetapi eksplorasi emas di Indonesia tidak menarik karena pelarangan tambang terbuka di kawasan hutan lindung, isu lingkungan seperti yang saat ini dialami oleh Kontrak Karya Pertambangan di Sulawesi Utara akibat kasus Buyat.

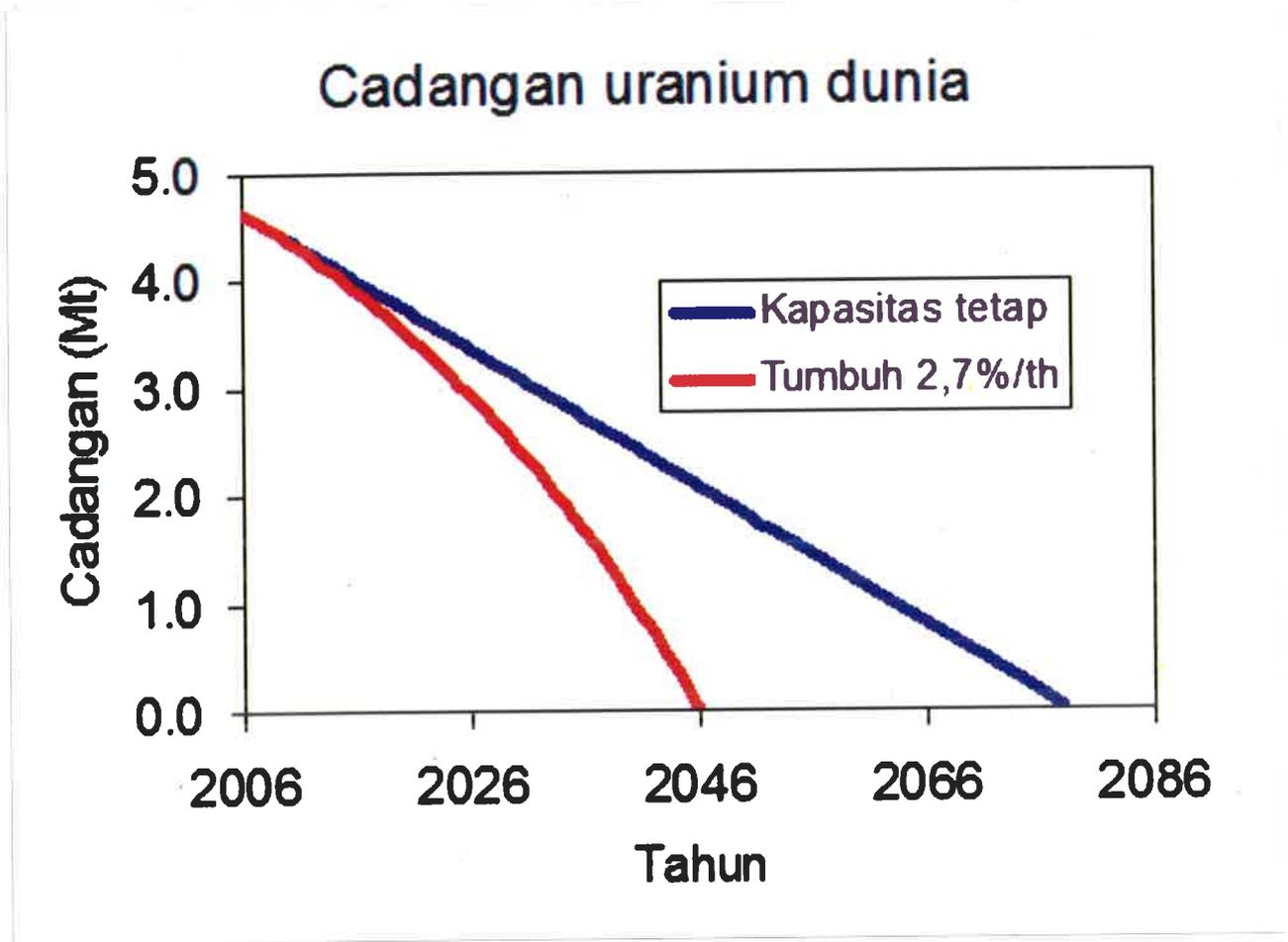
3. Platinum Grup; Mineral yang termasuk ke dalam grup platina terdiri dari platinum, palladium, rhodium, ruthenium, iridium dan osmium. Digunakan sebagai katalis dalam proses pembakaran bensin dan oksigen pada mesin otomotif, dan sebagian digunakan untuk perhiasan yang dikenal sebagai emas putih. Indikasi mineralisasi platina di Indonesia terdapat di Kalimantan Selatan dan Aceh Selatan yang keduanya berhubungan dengan batuan ultrabasa. Eksplorasi bijih platina di Indonesia masih dalam bentuk riset ilmiah yang jangka waktunya pendek dan bersifat tinjauan yang dilakukan atas dasar kerja sama konsultasi teknik antara pemerintah Indonesia (Direktorat Sumberdaya Mineral) dengan Amerika Serikat (US Geological Survey) yang berlangsung pada tahun 1986-1987. Tenaga ahli yang mendampingi US Geological Survey ini pada saat tersebut sebagian besar telah purna bakti, seingat penulis saat ini tinggal 1 ahli geologi Pusat Sumber Daya Geologi yang terlibat dalam riset mineral platinum. Atas dasar harga yang tinggi, kelompok mineral ini perlu dilakukan riset dalam bentuk kerja sama bilateral, sehingga bertambah banyak ahli geologi yang mempelajari mineral ini.
4. Molibden ; Mineral ini termasuk kelompok paduan besi, namun sebagian terdapat mineralisasi molibden (Mo) sebagai mineral ikutan dalam tipe porfiri Cu-Mo dan tipe urat. Pada tahun 1989, nilai pasar molibden hanya US\$ 600 juta, meningkat tajam pada tahun 2006 mencapai US\$ 12.095 miliar. Kenaikan ini disebabkan meningkatnya harga molibden dan meningkatnya produksi molibden sebagai mineral ikutan dari Tambang Tembaga-Moli (Porfiri Cu-Mo) di Escondida di Chile (Amerika Selatan). Tambang Porfiri Cu-Mo ini ditemukan oleh BHP Minerals pada tahun 1988, akibat penemuan ini, endapan Cu-Au yang ditemukannya di sekitar Sungai Mak di Gorontalo ditinggalkan. Padahal dalam kajian kelayakan tambang, endapan tersebut layak ditambang dengan kapasitas 15.000 ton bijih perhari dengan investasi US\$ 300 juta. Indonesia memiliki areal molibden di Tangse Aceh, Malala di Buol Tolitoli Provinsi Sulawesi Tengah dan beberapa daerah prospek di Kalimantan Barat. Mineralisasi Tembaga-Molibden di Tangse ditemukan oleh Tim Pemetaan Geokimia Sistematis Regional skala 1:250.000 yang merupakan Proyek Kerja Sama Bilateral antara Direktorat Geologi-British Geological Survey (GSI-BGS) pada tahun 1975 dengan penemuan anomali pasir sungai aktif unsur Cu dan Mo seluas 35 km persegi, dan selanjutnya diteruskan oleh PT. Riotinto Betlehem. Areal prospek ini tidak menarik karena berkadar rendah (0,05-0,20% Cu dan 50-300 ppm Mo). Hasil penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi tahun 2007 di Kabupaten Gayo Lues Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, ditemukan urat kuarsa yang mengandung 0,8% Mo di Pasir Kolak dan mineralisasi molibdenum di dalam batuan tufa (kontak dengan batu gamping) dengan kadar lebih dari 12% di Alur Sungai Putih. Diperkirakan kedua lokasi tersebut merupakan bagian dari mineralisasi Porfiri Cu-Mo di Tangse. Sedangkan di Malala, ditemukan mineralisasi unsur molibden berdasarkan survei geokimia regional yang dicirikan dengan mineralisasi molibden pada batuan granit. Pada masa kolonial Belanda, penyelidikan mineral molibden juga telah dilakukan yakni ditemukannya urat molibden di Gunung Bawang di Bengkayang Kalimantan Barat dengan kadar 1,64%. Indikasi lain ditemukan di Way Kupang Teluk Betung dalam bentuk urat tipis.

Dengan harga molibden meningkat, saat ini juga banyak pengunjung di Perpustakaan Pusat Sumber Daya Geologi, permintaan peta potensi molibden yang dikelola oleh Bidang Informasi Pusat Sumber Daya Geologi dan konsultasi dengan Kelompok Penelitian Mineral Pusat Sumber Daya Geologi untuk mencari data molibden di Indonesia terutama berasal dari RRC dan Taiwan. Peminat umumnya mencari daerah prospek dengan kadar molibden diatas 0,20% atau 2000 ppm. Oleh karenanya, diperlukan riset untuk mempelajari dan evaluasi mineral molibden dengan tujuan penambangan skala kecil.

5. Belerang ; Apabila melihat kapasitas pasar, kebutuhan industri sangat besar, tetapi saat ini dunia kelebihan pasok belerang yang berasal dari produk tambahan minyak bumi dan bijih sulfida (konsentrat tembaga, nikel, bijih pirit) yang dihasilkan oleh smelter konsentrat tembaga di Jepang, Jerman, Perancis dan Amerika Serikat. Akibatnya harga belerang sangat rendah bahkan tidak mampu menutupi ongkos produksi. Kilang minyak Balongan yang mengolah minyak dari Lapangan Duri dengan kapasitas kilang 125.000 barel/hari, menghasilkan belerang sebanyak 20.000 ton perhari. Demikian juga halnya di Iran, belerang dihasilkan dari kilang minyak. Pemilik kilang minyak di Iran, memberikan gratis belerang pada peminat. Meskipun demikian, belerang yang berasal dari gunung api, pengolahan konsentrat tembaga, dan bijih pirit masih sangat diperlukan oleh beberapa industri seperti industri gula, industri bahan kimia dan industri farmasi. Hal ini disebabkan belerang gunungapi dan belerang asal bijih pirit dan hasil sampingan dari konsentrat tembaga tidak mengandung kerosene yakni bahan kimia berbau, merusak saraf dan digunakan dalam industri kimia untuk produk anti serangga/nyamuk (baigon). Indonesia memiliki potensi bijih pirit masif di Kalimantan Selatan, yang menarik untuk dijadikan bahan baku belerang.
6. Titan dioksida umumnya digunakan untuk zat pewarna dan katalis kimia. Di Indonesia banyak ditemukan indikasi endapan ilmunit dan rutil disepanjang pantai selatan Pulau Jawa dan beberapa di tempat di Sumatra serta pantai utara Papua. Saat ini banyak negara memproses ilmunit dan rutil menjadi titan dioksida sintesis seperti di Malaysia dan Thailand. Negara tetangga ini membuat titan dioksida sintesis dari mineral ikutan yang terdapat pada endapan timah letakan/plaser. Dipantai utara Jayapura dan Sarmi, ditemukan rutil, ilmunit, zirkon, emas, kromit, leuxene dan sebagainya yang prospek sepanjang 220 km. Dipantai selatan pulau Jawa, terdapat endapan pasir besi bertitan. Namun bila dilihat kadar ilmunit antara 9-11 %  $TiO_2$  yang terdapat di pantai Selatan Pulau Jawa, sulit untuk mengwujudkan pabrikasi titan sintesis di negeri ini. Walaupun demikian riset dan kajian tentang endapan titan dan ilmunit diperlukan.
7. Timah hitam dan Seng. Kedua mineral ini sering terbentuk bersamaan. Umumnya digunakan untuk pembuatan baterai, amunisi dan campuran dalam bensin untuk menaikkan bilangan oktan sehingga proses pembakaran dalam mesin otomotif berjalan sempurna. Tetapi timah hitam termasuk bahan kimia beracun dan berbahaya sehingga penggunaan timah hitam dalam bensin dan BBM dibatasi. Pemerintah Amerika Serikat dan Eropah Barat (NATO) membatasi kandungan timah hitam dalam amunisi dengan tujuan untuk mencegah pencemaran lingkungan terutama sumber air. Mineralisasi timah hitam dan seng di Indonesia banyak ditemukan dalam jumlah kecil-kecil terutama di pulau Sumatera dan Jawa. Indonesia memiliki mineralisasi timah hitam-seng yang ditemukan di Pagae Gunung, Tanjung Balit, Sungai Tuboh, Gunung Limbung, Gunung Sawal, Kasihan, Ketapang dan sebagainya. Penambangan timah hitam tanpa izin juga berlangsung di Cibugis dan Sukabumi. juga Indonesia memiliki potensi timah hitam yang berasosiasi dengan seng, tembaga dan emas. Usaha eksplorasi timah hitam juga dilakukan melalui kerja sama bilateral Direktorat Sumberdaya Mineral dengan Korea Selatan di Pacitan (1991-1994), Jepang di Pagar Gunung (1980-1984), Sungai Tuboh (1983-1987). Penemuan bijih timah hitam terakhir ditemukan 3 areal prospek di Sopokomil (Kabupaten Dairi Sumatera Utara) yakni Anjing Hitam, Bonkaras dan Lae jahe milik PT Aneka Tambang berkerja sama dengan Herad Resource Limited. Di daerah prospek Anjing hitam ditemukan bijih dengan cadangan pra-kajian kelayakan sebesar 10 juta ton dengan kadar 15,3% Zn, 9,4% Pb dan Ag 14 ppm dengan tipe mineralisasi Sedex-style. Daerah prospek lain ditemukan

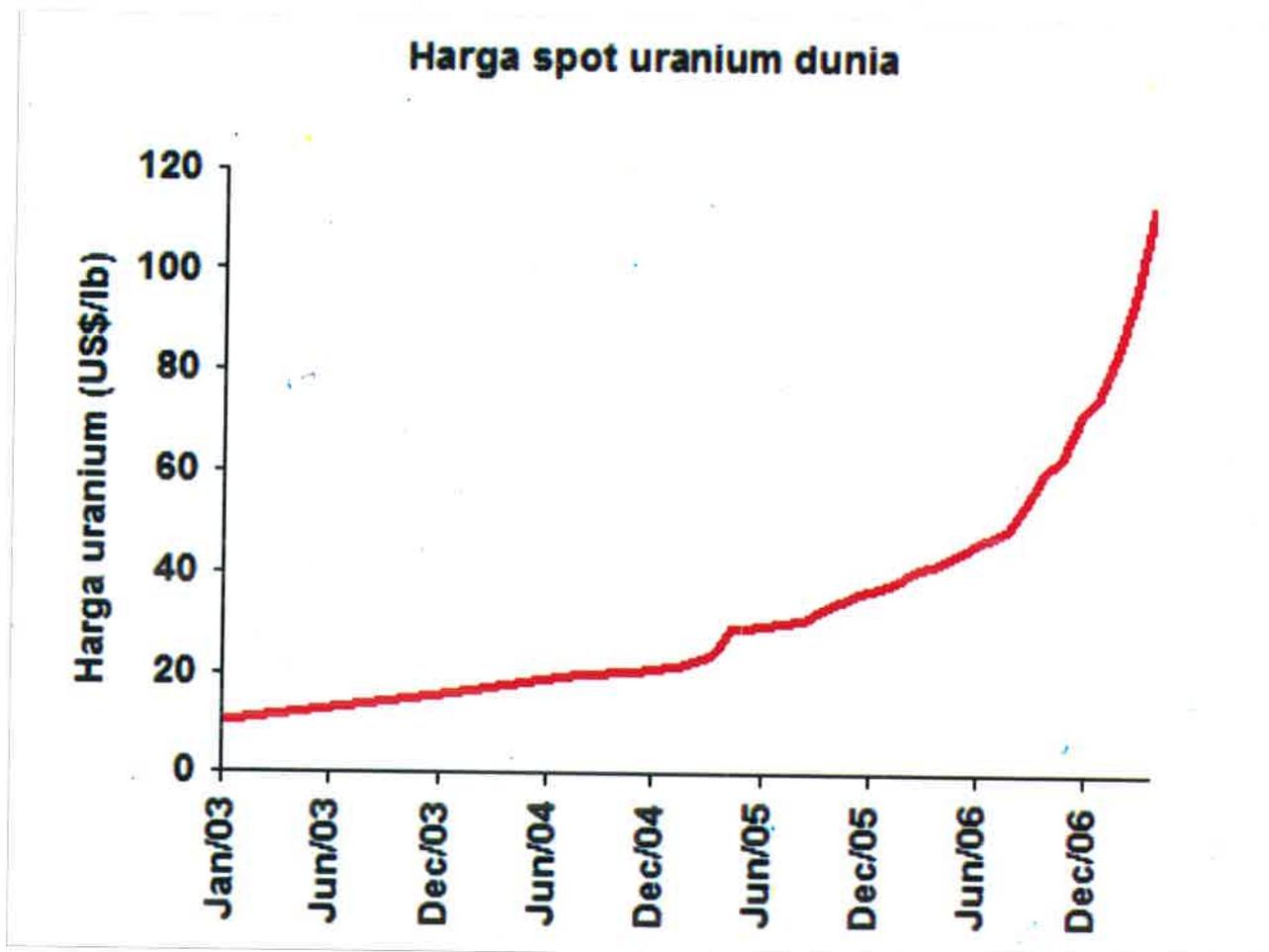
di Lae Jahe (sumber daya tereka 8,2 juta ton dengan kadar 7,7% Zn dan 4,1% Pb) dan Bonkaras (sumber daya terka 0,8 juta ton dengan kadar 7,2% Zn dan 4,3% Pb). Bila diperhatikan hasil Pemetaan Geokimia Bersistem Pulau Sumatera Bagian Utara Khatulistiwa (Direktorat Sumber Daya Mineral-British Geological Survey, 1982) daerah Sopokomil merupakan daerah anomali geokimia dengan unsur timah hitam, seng dan arsen. Areal anomali tersebut dilanjutkan oleh PT Aneka Tambang. Saat ini mineralisasi timah hitam diminati oleh banyak pengusaha lokal dan beberapa lokasi juga ditemukan seperti di desa Cihaur Sukabumi, dalam kawasan perkebunan. Kajian tentang timah hitam dan seng ini diperlukan. Pusat Sumber Daya Geologi melakukan eksplorasi di Kerinci untuk mencari timah hitam tipe Sedex, namun tidak berhasil. Mineralisasi timah hitam di sungai Tuboh (Lubuk Linggau) dan Pagar gunung menjadi lahan Kontrak Karya Pertambangan dan timah hitam dan seng sebagai mineral ikutan. Kegiatan riset untuk mineralisasi timah hitam-seng ini diperlukan dengan alasan Indonesia banyak memiliki data mineralisasi timah hitam dan senga hasil kerja sama bilateral dan kontrak karya pertambangan.

8. Untuk mineral yang termasuk kedalam kelompok kapasitas pasar menengah, umumnya merupakan hasil tambahan dari produk tambang kelompok kapasitas tinggi. Secara geologi, mineral tersebut merupakan mineral ikutan. Sedangkan pada kelompok Kapasitas Rendah (Tabel 3), umumnya mineral ini dihasilkan dari hasil olahan dengan teknologi tinggi. Juga dapat dikatakan bahwa, sangat sedikit mineral dari kelompok II dan III yang merupakan hasil tambang langsung kecuali kromit, barit dan intan industri. Kadang-kadang untuk mengembangkan mineral ikutan ini terhambat dengan penemuan teknologi yang telah dipatenkan oleh perusahaan tertentu, misalnya produk litium untuk kepingan baterai kering litium yang banyak digunakan pada elektronik digital, saat ini hanya dikuasai oleh 2 perusahaan AS yang telah dipatenkan. Perusahaan ini memperoleh dari smelter dengan harga berdasarkan kesepakatan kedua pihak. Disini digunakan kaidah Win-Win Solution, dimana perusahaan pertambangan perlu mengelola sampah pertambangan dan perusahaan tertentu memerlukan bahan baku. Mineral vermikulit, saat ini diproses hanya oleh 2 perusahaan di Amerika Serikat.
9. Batubara ; Pada tahun 2006, produksi batubara dunia meningkat menjadi 3.090,1 miliar ton, naik dari 1,3 miliar ton pada tahun 1989. Konsumsi batubara dunia saat ini mencapai 3.079,7 miliar ton (257 juta ton per bulan, 8,5 juta ton per hari) sehingga terjadi kelangkaan batubara di pasar dunia karena selisih produksi dan konsumsi hanya 11 juta ton sepanjang tahun 2006. Akibatnya batubara langka di pasar internasional yang mengakibatkan meningkatnya harga batubara mencapai US\$ 100 per ton pada tanggal 4 Januari 2008 (Harian Kompas, 6-2-2008). Indonesia saat ini merupakan negara eksportir batubara ke-4 terbesar di dunia dengan kapasitas produksi mencapai 119,9 juta ton pada tahun 2006. Endapan batubara tersebar di pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Papua. Dengan program PLTU batubara sebesar 10.000 MW yang direncanakan akan selesai pada tahun 2010, Indonesia akan memerlukan batubara sebanyak 45 juta ton per tahun untuk kepentingan domestik. Sedangkan sebagian besar batubara dari PKP2B dan KP saat ini telah terikat kontrak penjualan dengan pihak pembeli di luar negeri. Oleh karenanya eksplorasi batubara untuk keperluan PLTU perlu dilakukan terutama pada lahan PKP2B dan KP yang lambat melaksanakan kewajiban eksplorasi.
10. Uranium ; Pada tahun 1989, mineral uranium dipasarkan ke pusat tenaga listrik dengan nilai US\$ 1.592 miliar. Pada tahun 2006 meningkat tajam mencapai US\$ 15.466 miliar. Lonjakan nilai ini disebabkan meningkatnya kebutuhan uranium. Uranium ditambang di Eropa Barat, Afrika Tengah, Australia dan beberapa negara lain dalam jumlah kecil. Menurut data *World Nuclear Assosiation* (2006), sumber daya uranium dunia yang ekonomis sebesar 4,7 juta ton, dengan tingkat konsumsi sebesar 64.000 ton per tahun, cadangan tersebut cukup selama 75 tahun. Namun jika porsi nuklir dalam penyediaan energi listrik dunia dipertahankan konstan sekitar 16%, dengan pertumbuhan energi listrik dunia sebesar 2,7% per tahun (*World Energy Outlook*, 2006), maka diperkirakan umur cadangan uranium hanya cukup 40 tahun. Saat ini produksi uranium hanya mampu memenuhi 63 persen permintaan dunia (Gambar 2).



Gambar 2. Cadangan Uranium Dunia

Kekurangan suplai dipenuhi dari cadangan stok yang sebagian besar berasal dari kelebihan produksi sebelum tahun 1980 yang dipakai dalam senjata nuklir pada saat itu (Gambar 2). Tidak ada angka pasti mengenai jumlah stok tersebut, namun pada tahun 2005 diperkirakan berjumlah sekitar 210.000 ton (*Energy Watch Group, 2007*). Ketimpangan antara suplai dan kebutuhan ini menyebabkan kenaikan harga uranium sejak 2001. Bahkan sejak tahun 2005, harga uranium telah melonjak hampir tiga kali lipat (Gambar 3). Gejala harga tersebut mematahkan anggapan selama ini, bahwa harga uranium sangat stabil sehingga dapat diprediksi secara pasti.

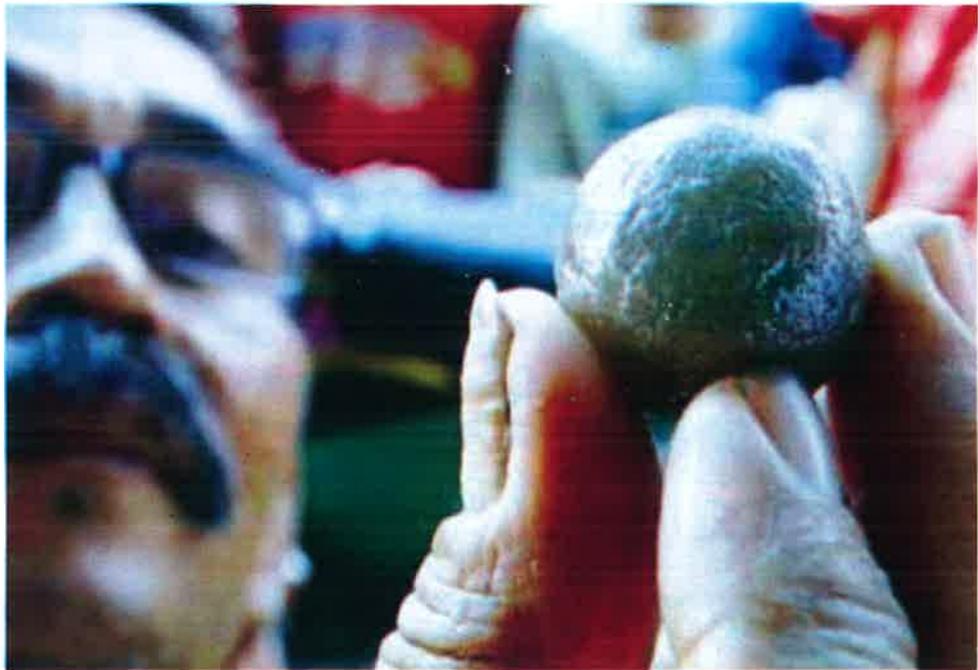


Gambar 3. Perkembangan Harga Uranium Periode Januari 2003-Desember 2006

Indonesia mulai melakukan pencarian uranium berlangsung pada tahun 1950 yang dilakukan oleh Tim Ekspedisi Universitas Delf Belanda dengan lokasi di Kapala Burung di Papua. Pada tahun 1960, eksplorasi secara kecil-kecilan dilakukan oleh Badan Tenaga Atom Nasional. Pada tahun 1969, Batan melakukan eksplorasi uranium dengan kerja sama bilateral antara lain dengan pemerintah Perancis, Jerman dan sebagainya. Secara geologi, uranium di Indonesia ditemukan dengan lingkungan geologi pada batuan granit tipe-S, berasosiasi dengan batuan malihan, dan endapan hasil pelapukan batuan granit dan malihan. Mineralisasi uranium terbaik saat ini ditemukan di daerah Kalan dengan mineralisasi uranium yang berasosiasi dengan mineral apatit, turmalin, pirit dan molibdenum. Juga terdapat mineral uranit dalam bentuk urat yang tersebar diantara hablur apatit dan monazit. Sumber daya terukur mencapai 1.360 ton U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, terunjuk 7.728 ton U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> dan tereka 2004 ton. Berdasarkan UU No 10 Tahun 1997 Tentang Tenaga nuklir, mineral uranium menjadi wewenang Badan Tenaga Nuklir, dimana badan ini dapat menerbitkan kuasa pertambangan. Berdasarkan hasil penyelidikan BATAN-BGR 1976, Indonesia memiliki daerah prospek mineralisasi uranium di Papua, Kalimantan dan Sumatera. Permasalahannya mineral uranium ini menjadi isu lingkungan terutama dari Kelompok Green Peace dan isu politik negara adidaya. Oleh karenanya, eksplorasi uranium diusulkan tidak prioritas utama, tapi perlu riset dan kajian lebih dalam untuk kepentingan kesehatan/medis.

11. Mineral industri ; Seperti potasium, silikon, vermikulit, batu posfat, intan, flouspar termasuk kelompok kapasitas pasar tinggi. Secara geologi, Indonesia berpeluang untuk menghasilkan potasium, intan dan flouspar. Penambangan intan secara tradisional terdapat di Martapura (Kalimantan Selatan), Purukcahu (Kalimantan Tengah) dan Sungai Landak di Ngabang Kalimantan Barat. Pada tahun 1965 ditemukan intan berukuran 166 karat (Intan Trisakti) di Martapura. Pada bulan Januari 2008 ditemukan intan di desa Antaraku Kecamatan Pengaron Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan yang diberi nama Intan Putri Malu. Intan tersebut dibeli oleh pengusaha lokal dari penemunya/pendulang tradisional dengan harga Rp. 3 miliar dengan berat 130 karat dan berwarna pink dari penemunya (Gambar 4). Pengusaha lokal ini, mendapat penawaran dari pedagang permata dari Jerman dengan harga Rp 24 miliar lebih. Penemuan ini menunjukkan bahwa potensi intan di Kalimantan Selatan masih besar. Oleh karena itu lembaga pemerintah perlu melakukan riset terhadap endapan intan di Kalsel dan Kalteng dimana hingga saat ini belum diketemukan endapan intan primer.

Mineral potasium, umumnya digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk kalium. Unsur kalium berfungsi untuk menegakkan tanaman. Bila unsur kalium berkurang, maka tanaman padi, gandum, jagung tidak dapat tegak dan mudah rebah bila ditiup angin dan hujan. Akibatnya produksi pangan menurun. Mineral potasium ini sangat diperlukan sebagai bahan pupuk dalam rangka revitalisasi pertanian di Indonesia, oleh karenanya eksplorasi mineral ini perlu diperhatikan.



Gambar 4. PUTERI MALU - Intan Putri Malu hasil temuan penambang di Kabupaten Banjar.  
BANJARMASIN POST 23-1-2008/DONNY SOPHANDI

#### 4. USULAN PROGRAM EKSPLORASI

Dari kondisi geologi, kapasitas pasar yang diperlukan oleh industri dan teknologi pengolahan, maka jenis mineral yang perlu mendapat prioritas eksplorasi dengan alasan kondisi geologi dan harga mineral sangat mendukung. Kelompok kedua, diperlukan riset dan tinjauan dengan alasan cadangan/sumber daya rendah, kadar lumayan, dan diperlukan oleh industri local. Ketiga prioritas rendah. Ketiga katagori ini dapat diusulkan sebagai program prioritas inventarisasi sumber daya mineral di Indonesia sebagai berikut :

A. JENIS MINERAL PROGRAM EKSPLORASI UTAMA	B. JENIS MINERAL YANG PERLU DILAKUKAN RISET/RECONNAISSANCE:	C. PRIORITAS RENDAH
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Emas</li> <li>2. Tembaga dan mineral ikutannya (emas, perak, molibden)</li> <li>3. Batubara</li> <li>4. Potasium</li> <li>5. Titanium dioksid</li> <li>6. Nikel-Kobat-krom</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Timah putih</li> <li>2. Timah hitam-seng</li> <li>3. Molibden</li> <li>4. Bauksit</li> <li>5. Platinum grup</li> <li>6. Belerang Gunungapi</li> <li>7. Bijih besi</li> <li>8. Intan</li> <li>9. Uranium</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tungsten</li> <li>2. Merkuri</li> <li>3. Rare earth mineral</li> <li>4. Barit</li> <li>5. Asbestos.</li> <li>6. Batu Posfat</li> </ol>

**5. PENUTUP**

Dari kajian statistik kapasitas pasar mineral di dunia, kondisi geologi di kepulauan Indonesia diperlukan kajian "Mineral Screening Strategic Planning" secara terus menerus yang akan digunakan untuk menyusun pemilihan mineral untuk diusulkan dieksplorasi dan cukup dilakukan riset atau survey tinjau. Jenis mineral yang diutamakan untuk dieksplorasi terdiri dari emas, tembaga dan mineral ikutannya, batubara, potasium, titanium dioksid, nikel-kobal-krom) sedangkan jenis mineral yang perlu dilakukan kajian/riset terdiri dari timah putih, timah hitam-seng, molibden, bauksit, platinum grup, belerang gunungapi, bijih besi, intan dan uranium. Sedangkan mineral tungsten, merkuri, mineral tanah jarang, barit, asbestos dan batu posfat dikelompokkan dalam prioritas rendah.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Dengan selesainya, makalah ini, kami ucapkan terima kasih kepada Dewan Redaksi. Terima kasih juga diucapkan kepada sdr Iwan Nursahan, Lia Novalia Agung, dan Irwan Muksin yang membantu mengolah data statistik serta Dwi Nugroho Sunuhadi yang bersedia membantu mencari data US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2008 yang digunakan sebagai data utama dalam kajian ini. Terima kasih juga kepada Dr. Syafra Dwipa yang telah mengoreksi, memberi saran dan diskusi dalam penyusunan makalah ini.

**ACUAN**

Sophandi, D, 2008, Sudah Laku Ditawar Rp 5 Milyar, banjarmasin Post 23-1-2008

[http://info.energi.wordpress.com/2007/04/29/Spekulasi\\_cadangan\\_uranium\\_dan\\_masa\\_depan\\_PLTN](http://info.energi.wordpress.com/2007/04/29/Spekulasi_cadangan_uranium_dan_masa_depan_PLTN).

Sukirno Djaswadi, 2006, Prospect of Base Metal Minerals in Indonesia, Revised Edition, Centre For Geo-Resources, p 227.

Theo M. Van Leewen, 1994, 25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia, Journal of Geochemical Exploration 50, Elsevier.

US Geological Survey, 2008, Mineral Commodity Summaries 2008, United Government Printing Washington.

## PENAFSIRAN TIPE MINERALISASI EMAS BERDASARKAN DATA INKLUSI FLUIDA DI DAERAH SIULAK DERAS, KABUPATEN KERINCI, PROPINSI JAMBI

Oleh  
Ir. Armin Tampubolon, M.Sc

### SARI

Dengan memanfaatkan data inklusi fluida hasil proyek penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi tahun Anggaran 2006, dicoba ditafsirkan tipe mineralisasi emas di Daerah Siulak Deras, Kabupaten Kerinci, Propinsi Jambi. Tipe endapan emas sangat penting diketahui karena berkaitan dengan potensi endapan emas di daerah ini.

Litologi daerah ini terdiri dari andesit, batuan gunungapi, kwarsa porfir dan granodiorit. Petunjuk mineralisasi logam selain berupa ubahan juga ditemukan sulfida logam termasuk logam dasar pada urat-urat kwarsa.

Ada dua conto urat kwarsa yang diamati inklusi fluidanya yaitu conto AT/PR1 / 2 / Fi Ujung Ladang yang diambil dari urat kwarsa tekstur "sugary" pada batuan granodiorit dari parit uji (PR 1) dan conto STL/02/R/03/Fi yang diambil dari zona urat pada batuan andesit. Pengamatan dilakukan di Laboratorium LIPI Bandung. Hasil pengukuran mikrotermometri didapatkan Th 129 - 198 °C, dengan tiga modus pada 129°C, 177 °C dan 198 °C, kadar NaCl 1,4 - 2,2 % W, besaran ini mengindikasikan tipe mineralisasi epitermal yang berasosiasi dengan logam dasar.

Dari data inklusi fluida ditafsirkan bahwa kedalaman mineralisasi masih cukup tebal oleh karena proses erosi mencapai sekitar 72, 13 meter dari paleo surface. Dengan asumsi mineralisasi memiliki penetrasi hingga kedalaman 400 meter berarti mineralisasi tersisa (terawetkan) atau belum tererosi adalah sekitar 300 meter lebih. Dengan demikian masih relatif cukup tebal sehingga diduga memiliki potensi, karenanya perlu diselidiki lebih rinci.

### 1. Pendahuluan

Secara geologi regional daerah studi merupakan bagian jalur magmatik Sunda-Banda yang terkenal sebagai jalur logam emas/dasar. Secara geokimia regional, memiliki anomali geokimia As (*pathfinder* Au) pada aliran bagian utara Sungai Penuh. Anomali Cu ditemukan pada aliran sungai bagian hulu Sungai Indrapura, Kabupaten Kerinci.

Daerah yang memiliki indikasi emas berdasarkan penyelidikan geokimia rinci diantaranya Daerah Siulak Deras, Kabupaten Kerinci (Rudy dkk., 1996). Daerah ini dikenal sebagai bagian wilayah kontrak karya PT. Ingold (Laporan Triwulan I - IV, 1998-200) dimana ditemukan indikasi emas epitermal di Daerah Mudik dan tembaga porfiri.

Dengan memanfaatkan data inklusi fluida hasil proyek penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi (2006),

dicoba ditafsirkan tipe mineralisasi emas. Tipe mineralisasi emas sangat penting diketahui karena terkait dengan potensi endapan emas di daerah ini. Hal ini bertujuan agar bisa menjadi dasar pertimbangan bagi investor yang berminat mengembangkan usaha pertambangan emas di daerah ini.

### 2. Lokasi

Secara administratif pemerintahan berada di Kecamatan Siulakderas Mudik, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Secara geografis dibatasi oleh kordinat (101°14'50,2" - 101°19'08" BT, dan 1°51'46,4" - 1°57'11,2" LS), (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi

### 3. Geologi

Ada sebanyak enam satuan batuan di daerah penyelidikan dan diuraikan dari muda hingga tua sebagai berikut (Gambar 2):

- **Batuan Gunungapi/Lava:** terdapat di bagian barat laut, merupakan batuan gunungapi andesit-basalt yang berkomposisi lava-basalan, diduga berumur Kuartar.
- **Andesit:** retas andesit hornblende menerobos batuan granodiorit lebar beberapa meter di bagian barat dan timur. Umumnya telah mengalami ubahan khloritisasi dan piritisasi (lihat Foto 1), diduga berumur Pliosen.
- **Breksi Gunungapi:** terdapat di bagian selatan hingga timur laut, dicirikan dengan fragmen-fragmen batuan andesit dari zona hancuran akibat sesar (Foto 2), diduga berumur Oligo-Miosen.
- **Batupasir Tufaan:** berkomposisi pasir halus dan tufa berlapis dengan jurus tenggara dan kemiringan  $32^\circ$  kearah timur laut (Foto 3), diduga berumur Oligo-Miosen.

- **Kwarsa Porfir:** terdapat hanya pada bagian utara, komposisi kwarsa berbutir kasar dan sedikit ferro magnesia. Di beberapa lokasi teramati berselang seling dengan batuan granodiorit sehingga diduga berumur Oligosen.

- **Granodiorit:** terdapat di bagian tengah hingga barat, berkomposisi kwarsa (sampai 40%) dan mineral-mineral ferromagnesia serta sedikit feldspar, diduga berumur Oligosen.

Dari hasil pengolahan data struktur penyerta, ditafsirkan ada tiga patahan berarah utama tenggara-barat laut namun dengan jenis patahan yang berbeda (Gambar 2). Dua patahan paling timur dan tengah merupakan sesar mendatar jenis dekstral dan sinistral. Satu patahan lagi yaitu paling barat, merupakan sesar normal dimana bagian timur relatif turun dan bagian barat relatif naik.

### 4. Ubahan dan Mineralisasi

Jenis ubahan berupa khloritisasi pada batuan andesit cukup luas di bagian tengah hingga utara. Disamping itu juga piritisasi pada batuan andesit dan granodiorit di bagian tengah dan barat daya.

Petunjuk mineralisasi logam selain berupa ubahan juga ditemukan sulfida logam termasuk logam dasar pada urat-urat kwarsa di S. Telun atau barat daya daerah penyelidikan. Urat-urat kwarsa ini bertekstur "milky quartz" dan kompak, terdapat pada batuan andesit yang memiliki tebal beberapa puluh cm dan membentuk zona pembentukan urat (veining zone) lebar sekitar 15 meter (Foto 1). Urat-urat kwarsa berupa zona pada batuan andesit ini memiliki jurus tenggara-barat laut dan miring  $60^\circ$  ke barat daya.

Urat-urat kwarsa yang dijumpai pada batuan kwarsa porfir dan granodiorit bertekstur "sugary" dan mudah hancur, memiliki kedudukan N150E/30, tidak berbeda jauh dengan kedudukan zona pembentukan urat pada batuan andesit (Foto 2).



Foto 1. Jenis contoh urat kwarsa kedudukan N160° E/60° pada batuan andesit di S. Telun Siulak Deras Mudik (lokasi contoh STL/02/R/03/Fi dan STL/02/R/02/AT).



Foto 2. Jenis urat kwarsa "sugary" kedudukan N150°E/30° (AT/PR 1 / 2/Fi) di Ujung Ladang, Siulak Deras Mudik.

## 5. Pengamatan Inklusi Fluida

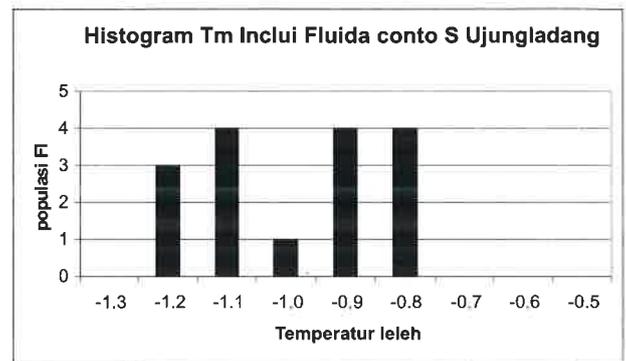
Ada dua contoh urat kwarsa yang diamati yaitu AT/PR1 / 2 /Fi Ujung Ladang bertekstur "sugary" pada batuan granodiorit dari parit uji (PR 1) dan STL/02/R/03/Fi pada batuan andesit. Pengamatan dilakukan di Laboratorium LIPI Bandung.

### 5.1. Contoh AT/PR1/2/Fi S. Ujung Ladang

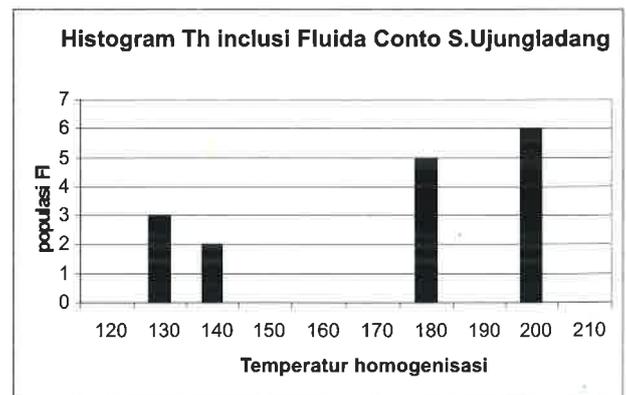
Bentuk inklusi fluida yang dijumpai pada umumnya subhedral negatif kristal, sebagian anhedral necking down, kadang euhedral. Ukuran inklusi fluida sangat halus (< 1m), beberapa berukuran hingga 12 m, jarang

berukuran >3 m yang bisa dilakukan pengukuran mikrotermometri. Tipe fasa tunggal (monophase) hanya berisi fasa liquid saja, biphas (dua fasa) berisi cairan (L) dan uap (V). Ratio uap/cairan (V/L) yang dicerminkan oleh besarnya gelembung relatif terhadap rongga (void) tidak seragam (Foto 3 dan 4).

Hasil pengukuran sifat fisika dan kimia inklusi fluida disarikan pada Tabel dan dalam bentuk histogram (Gambar 3 dan Gambar 4) sebagai berikut:



Gambar 3 Histogram Tm Includi Fluida Conto S



Gambar 4 Histogram Th Inklusi Fluida Contoh S

Tabel 1. Hasil Pengukuran dan Perhitungan mikrotermometri conto AT/PR1 / 2 /Fi S,Ujungladang

Parameter	Kisaran	Rata-rata
Temperatur leleh (Tm)	-1,2 - +0,8 °C	-1,0 °C
Temperature homogenisasi (Th)	129 - 198 °C	171 °C
Kadar Na Cl (menurut Roedder's, 1984)	1,4 - 2,2 %WT	1,8 %WT
Kedalaman (menurut Haas, 1971)	16,8 - 154,6 m	72,13 m
Pressure (menurut Haas, 1971)	2,6 - 14,9 bar	7,63 bar

Hasil pengukuran mikrotermometri didapatkan Th 129 - 198 °C, dengan tiga modus pada 129°C, 177 °C dan 198°C.

Dengan asumsi bukaan menerus ke permukaan, diperoleh angka kedalaman 16,8 - 154,6 m, dan tekanan 2,6 - 14,9 bar. Data tersebut menunjukkan pembawa inklusi fluida (mineralisasi) terbentuk dalam sistim epitermal.

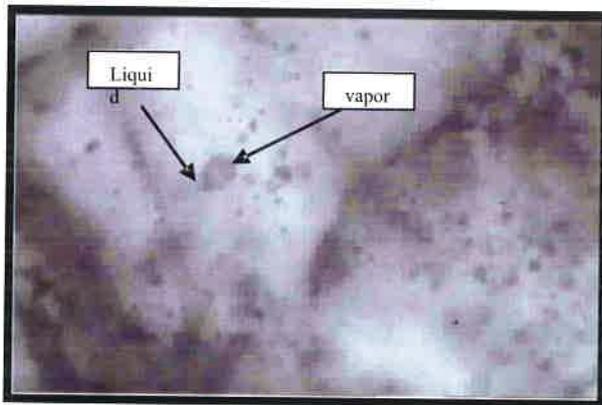


Foto 3. Mikrografi conto AT/PR1 / 2 /Fi S.Ujungladang memperlihatkan Inklusi fluida dua fasa bentuk euhedral, tengah dan kanan bawah, tersebar tidak terorientasi

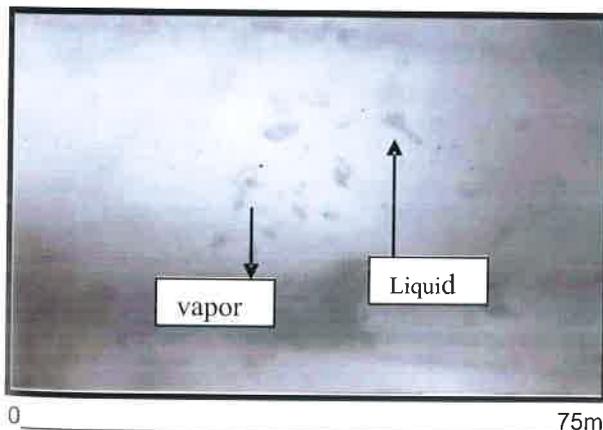


Foto 4. Mikrografi conto AT/PR1 / 2 /Fi S.Ujungladang memperlihatkan inklusi fluida fasa tunggal berukuran halus tersebar tidak terorientasi, mengelilingi beberapa inklusi fluida dua fasa yang masih nampak bagus (tengah).

## 5.2. Conto STL/02/R/03/Fi S. Talang

Dibawah mikroskop polarisasi memperlihatkan kumpulan kristal silika dari sistim urat kuarsa yang berasosiasi dengan mineral-mineral klorit, lempung dan bahan organik yang berukuran sangat halus. Kristal kuarsa umumnya kalsedonik granular berukuran halus-sedang, bersusun mosaik, berwarna keruh (milky). Di beberapa bagian dijumpai kristal kuarsa prismatic agak memanjang berwarna cukup bening, namun bersifat opalik.

Pada kristal yang keruh kadang memperlihatkan adanya inklusi fluida yang sebagian besar telah rusak dan beberapa inklusi fluida fasa tunggal (liquid rich) berukuran sangat halus kurang dari 1 m. Baik pada kristal yang bening atau keruh, tidak dijumpai inklusi fluida yang masih baik dan dapat diukur (berukuran lebih dari 2 m).

Secara umum, sampel tidak bisa digunakan untuk analisis inklusi fluida. Hal ini kemungkinan terkait dengan proses kristalisasi host mineralnya yang mengalami pembekuan (penurunan temperatur) relatif cepat, sehingga kristalnya tidak punya waktu untuk tumbuh sempurna dan rongga inklusi rusak.

Gejala kristal silika opalik, kalsedonik, kehadiran lempung dan bahan organik serta inklusi fasa tunggal yang kaya air mengindikasikan bahwa batuan terbentuk pada suhu yang relatif rendah (Foto 5).



Foto 5. Mikrografi conto STL/02/R/03/Fi memperlihatkan kenampakan kuarsa kalsedonik (abu-abu keruh), dan inklusi bahan organik padat, indikasi terbentuk pada temperatur sangat rendah

## 6. Tipe dan Model Endapan

Secara geologi regional dan lokal, terdapat dua jenis batuan yang sangat berbeda yaitu batuan gunungapi dan atau andesit serta batuan intrusi granodiorit. Kedua batuan ini dikontrol struktur yang cukup intensif. Batuan gunungapi dalam hal ini diperkirakan berumur Mio-Pliosen, sedangkan batuan granodiorit berumur Oligosen.

Secara umum keberadaan endapan emas potensial yang sebagian telah ditambang di Pulau Sumatera, biasanya berinduk pada batuan gunungapi Tersier. Batuan induk ini berada dalam sabuk magmatik yang dikenal sebagai Busur Magmatik Sunda Banda. Belum terdata adanya endapan emas potensial bernilai ekonomi di dalam batuan asam seperti granit/granodiorit dan kuarsa porfir.

Adanya urat-urat kuarsa dan piritisasi dalam batuan asam (granodiorit maupun kuarsa porfir) dan dalam batuan gunungapi menjadi menarik oleh karena merupakan indikasi kuat keterdapatannya mineralisasi di dalam kedua batuan ini. Terlebih bila dicermati hubungan kedua batuan ini secara spasial dan umur yang hampir sama dan berdekatan.

Arah urat bila dikaitkan dengan hasil analisis struktur memiliki hubungan yang erat. Tegangan utama dari pensesaran adalah N 135 E, secara umum kurang lebih searah dengan pembentukan urat pada batuan gunungapi (andesit) maupun batuan asam (granit/granodiorit/kuarsa porfiri) sehingga merupakan arah pembentukan tension utama.

Bila melihat hasil analisis inklusi fluida dari dua conto urat yang diambil dari dua lingkungan batuan yang berbeda ini menunjukkan urat kwarsa yang terjadi pada batuan andesit terbentuk lebih dangkal atau dekat permukaan dan urat kwarsa yang terjadi pada batuan granitik terbentuk lebih dalam.

Berdasarkan fakta-fakta tersebut diatas, dapat diuraikan hipotesa tipe dan model pembentukan emas di daerah penyelidikan pada tiga alinea berikut ini.

Didasarkan kepada keberadaan jenis batuan, urat kuarsa, piritisasi dan ubahan, pembentukan mineralisasi emas diduga berasal dari perkembangan sisa larutan dari magma yang sama. Dengan pemikiran fasa awal pengkristalan magma pada kedalaman besar membentuk batuan asam (granit/granodiorit atau kuarsa porfir)

selama masa Oligosen, magma kemudian terdiferensiasi hingga kedalaman dangkal membentuk andesit pada masa Mio-Pliosen. Tekstur batuan asam yang tidak kasar dan ketidakhadiran pegmatit, mengindikasikan bagian atas plutonik. Bagian atas plutonik ini diduga berperan memicu pembentukan struktur lokal melalui mana batuan terobosan andesit terbentuk. Akibat proses reaktivasi struktur yang ada membentuk wadah mineralisasi dengan arah tenggara-barat laut sesuai arah zona pembentukan urat (veining zone). Erupsi sebagian dari bagian magma terjadi melalui struktur yang dipicu saat pembekuan pluton yang lalu mengendapkan batuan gunungapi andesit (Pliosen).

Sisa larutan magma pada kedalaman dangkal ini diduga berperan mengendapkan unsur-unsur logam dalam lingkungan batuan beku asam dan andesit akibat digerakkan energi panas dari bagian atas suatu plutonik batuan granitik (thermal aureole). Jenis urat kuarsa yang teramati secara megaskopis berupa butiran sugary mencirikan pendinginan agak lambat memberi kesan tidak berhubungan dengan urat bagian atas dari suatu sistem endapan emas epitermal. Namun, fakta dari hasil analisis inklusi fluida mendukung hipotesa bahwa urat-urat kwarsa di kedua lingkungan batuan merupakan bagian dari suatu sistem epitermal atas dasar kisaran suhu homogenisasi dan salinitas. Besaran suhu homogenisasi dan salinitas menunjukkan pembentukan urat kwarsa pada batuan beku asam lebih dahulu terbentuk.

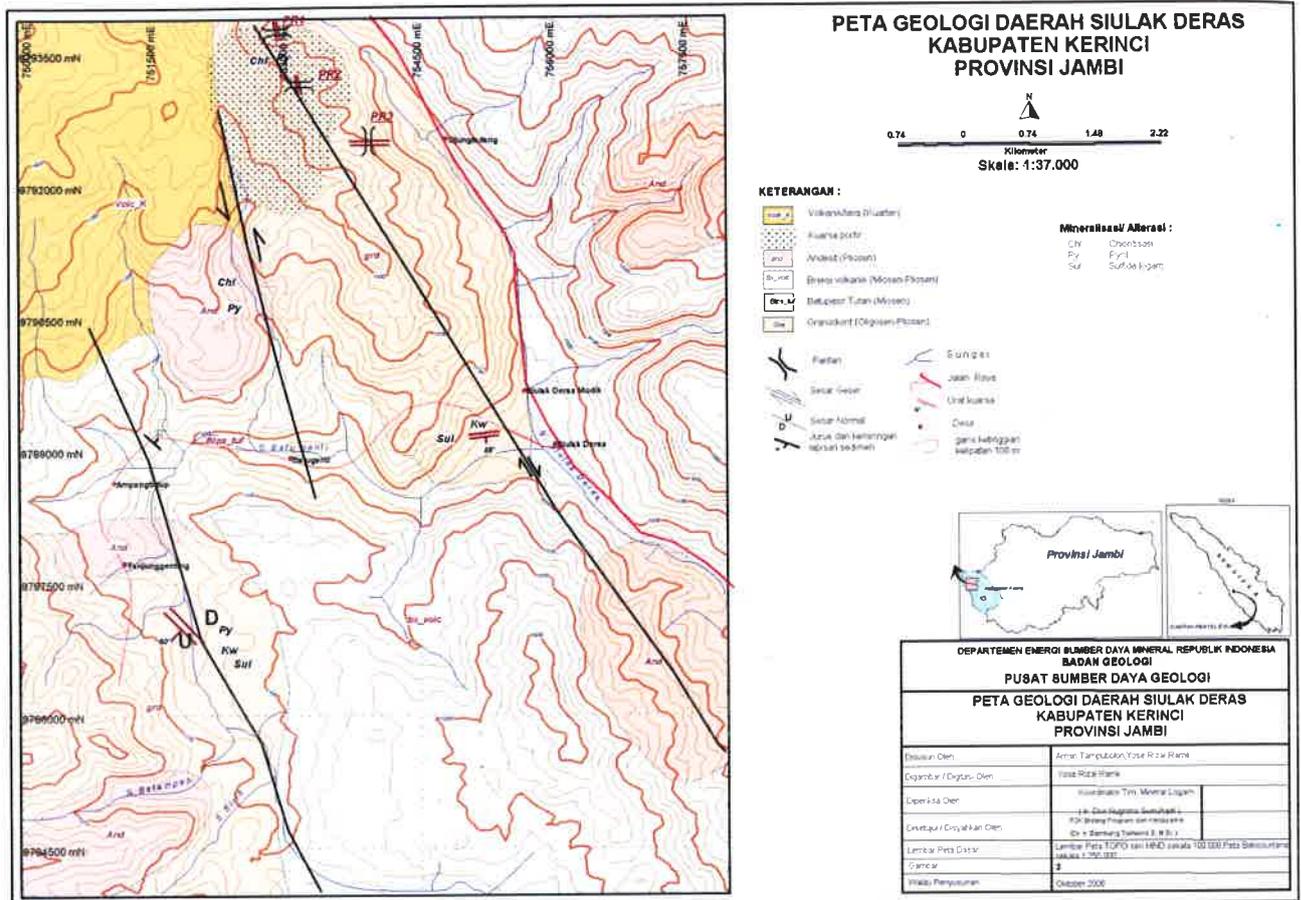
Pembentukan urat kuarsa dalam veining zone pada batuan gunungapi atau andesit menunjukkan milky quartz sehingga diperkirakan pendinginan yang agak cepat pada kedalaman dangkal, memberi kesan bagian dari sistem epitermal dan pembentukannya belakangan. Pembentukan urat kwarsa pada batuan beku asam ditafsirkan lebih belakangan namun bila melihat besaran suhu homogenisasi dan salinitas merupakan karakteristik sistem epitermal. Dengan demikian ditafsirkan adanya satu sistem mineralisasi emas berupa tipe urat epitermal yang terbentuk pada batuan andesit dan batuan beku asam (granit/granodiorit/kuarsa porfiri). Unsur logam emas sendiri diduga berasal dari evolusi sisa larutan magma atau/dan dibawa dari lingkungan batuan gunungapi yang ada (andesit).

## 7. Kesimpulan dan saran

- Pembentukan emas di daerah penyelidikan diduga berasal dari evolusi sisa larutan magma dimana larutan digerakkan energi panas bagian atas dari plutonik granitik (thermal aureole), pembekuan batuan plutonik memicu pembentukan struktur melalui mana terobosan andesit terjadi. Akibat reaktivasi struktur menyebabkan tension utama arah tenggara-barat laut berupa bentuk zona urat mengandung emas pada lingkungan andesit.
- Urat kuarsa pada batuan andesitik diduga relatif dominan Au bila mengacu kepada karakteristik inklusi fluida yaitu salinitas maupun suhu homogenitas rendah dan merupakan tipe mineralisasi urat epitermal.
- Sistem mineralisasi emas di daerah penyelidikan ini adalah epitermal yang berasosiasi dengan logam dasar. Sistem mineralisasi ini cukup besar jika melihat penyebaran singkapan batuan induk (andesitik dan beku asam) sebagai wadah urat kuarsa. Dan ketebalan mineralisasi yang masih utuh ditafsirkan masih cukup tebal yaitu 300 meter lebih. Atas dasar ini, daerah ini dinilai prospek berpotensi emas.
- Dengan adanya indikasi mineralisasi berupa ubahan dan mineral sulfida pada kedalaman cukup besar, maka perlu ditindaklanjuti penyelidikan dengan metoda yang lebih rinci seperti survai geofisika IP (Induced Polarization) terutama pada bagian utara dan barat daya daerah penyelidikan.

## ACUAN

- Arthur W. Rose, Herbert E. Hawkes and John S. Webb, 1979, **Geochemistry in Mineral Exploration**, Second Edition.
- Bemmelen, R.W. van 1949, **The Geology of Indonesia Vol.II**, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Crow, M.J., Johnson, C.C., McCourt, W.J., dan Harmanto, 1993. **The Simplified Geology and Known Metalliferous Mineral Occurrences, Painan Quadrangle Southern Sumatra**. Special Publication of the Directorate of Mineral Resources No. 52-B
- PT. Ingold, 1999. **First Quarter Report on Activities during Year I of the Exploration Period** (1 January to 31 March 1999).
- , 2000, **Second and Final Relinquishment and Termination Reports for the Sumatra Satu COW-Area, Jambi and Sumatera Barat**, End of Year II of the Exploration period.
- Rosidi, H.M.D., Tjokrosapoetro. S, Pendowo. B, 1976, **Peta Geologi Lembar Painan dan Bagian Timurlaut Lembar Muara Siberut, Sumatera**, Direktorat Geologi, skala 1:250.000
- Gunradi, R., Sukarya, 1996. **Laporan Eksplorasi Mineral Logam Dasar dan Logam Mulia di Daerah Siulak Deras, Kabupaten Kerinci (Jambi) dan Kabupaten Pesisir Selatan (Sumatera Barat) Tahun Anggaran 1996/1997**. Direktorat Sumberdaya Mineral. Proyek Eksplorasi Bahan Galian Mineral Indonesia.



Gambar 2. Peta Geologi, Lokasi Contoh FI dan Lokasi Indikasi Endapan Logam Daerah Siulakderas Mudik dan Sekitarnya, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi (Rosidi, dkk, 1996)

## **Jade**

Salah satu jenis batumulia yang keras, kompak, terdiri dari mineral piroksen jadeite atau mineral amfibol nephrite. Mempunyai kisaran warna antara hijau tua sampai putih kehijauan.

## **Jasper**

Salah satu bantuk dari rijang yang berasosiasi dengan bijih besi dan mengandung oksida besi sebagai pengotor yang memberi warna yang beragam, seperti merah, kuning, hijau, biru keabuan, dan hitam.

## **Joint**

(*Kekar*) Suatu rekahan pada batuan dimana tidak ada pergerakan relatif, terbentuk dalam jumlah yang banyak yang membentuk *joint set*.

## **Jurassic System**

Periode waktu dari 195 juta tahun 135 juta tahun yang lalu, dengan rentang waktu 60 juta tahun. Dibagi menjadi Jurassic Bawah, Jurassic Tengah, dan Jurassic Atas.

## **Juvenile (water)**

Istilah yang dipakai untuk air dan gas yang berasal langsung dari magma dan tiba di permukaan bumi untuk pertama kalinya.

## **Kaolin**

Kelompok mineral lempung yang berasal dari alterasi alkali feldspar dan mika. Dibandingkan dengan monmorilonit dan illite, kaolin menyerap lebih sedikit air, indeks plastisitas lebih rendah, lebih sedikit menyusut bila dikeringkan dari keadaan basah. Lembut, putih, kilap tanah, nonplastis. Digunakan sebagai bahan keramik, bahan tahan api, dan kertas.

## **Kaolinisasi**

Pengisian atau alterasi mineral terutama feldspar dan mika, yang membentuk kaolin sebagai hasil dari pelapukan atau alterasi hidrotermal.

## **Karst**

Suatu tipe topografi yang terbentuk oleh batugamping, gips, dan batuan lainnya karena disolusi. Dicitrakan oleh bentuknya yang berupa gua, sinkholes, dan sungai di bawah tanah.

## **Kerogen**

Material organik yang bersifat solid yang mengeluarkan

hidrokarbon sejenis minyak pada saat dipanaskan dan mengalami proses distilasi. Terdapat pada batuan sedimen, biasanya serpih.

## **Key-bed**

- Per lapisan atau sekumpulan per lapisan batuan yang mudah diidentifikasi dan mempunyai karakteristik khusus (seperti litologi atau kandungan fosil) yang berguna untuk pengkorelasi pada pemetaan geologi permukaan maupun bawah permukaan.
- Satu lapisan batuan yang berada di atas atau bawah yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan peta kontur-struktur.

## **Labradorite**

Mineral dari kelompok plagioklas feldspar yang berwarna gelap dengan komposisi  $Ab_{50}An_{50}$  sampai  $Ab_{30}An_{70}$ . Kaya akan variasi warna (biasanya biru atau hijau), karena itu banyak digunakan untuk hiasan. Labradorite biasa terdapat pada batuan beku yang mempunyai kandungan silika rendah sampai sedang.

## **Laccolith**

Intrusi batuan beku yang berbentuk kubah, mempunyai dasar hampir mendatar dan melengkungkan batuan sedimen yang diterobosnya. Biasanya berbentuk planoconvex dan hampir membulat di bagian atas.

## **Lahar**

Aliran lumpur yang terdiri dari material volkaniklastik di badan gunungapi. Alirannya membawa bahan-bahan piroklastik, blok-blok dari aliran lava sebelumnya, dan material epiklastik.

## **Lamination**

Pembentukan lapisan batuan yang tipis dan terpisah. Satu lapisan dapat homogen atau berbeda dengan lapisan lain yang berada di atasnya. Lapisan-lapisan tersebut dibedakan oleh diskontinuitas secara fisik.

Pada batuan beku : penyebaran lava secara paralel mengikuti bentuk batuan dibawahnya.

Pada batuan sedimen : per lapisan yang paling halus, biasanya diperlihatkan oleh serpih dan batupasir halus.

## **Lapili**

Fragmen dari batuan piroklastik yang berukuran antara 4 mm sampai 32 mm. Sumber lain menyebutkan ukuran lapili berkisar dari 2 mm sampai 64 mm.

## JAMES HUTTON BAPAK GEOLOGI MODERN



### KEHIDUPAN DAN KARIER

James Hutton, seorang ahli geologi Skotlandia, juga dikenal sebagai naturalis, ahli kimia dan ahli pertanian. Dianggap sebagai Bapak Geologi Modern karena teorinya tentang ilmu geologi dan waktu geologi. Lahir di Edinburgh pada tanggal 3 Juni 1726 sebagai salah satu dari 5 bersaudara, ayahnya meninggal dunia pada saat Hutton masih muda. Ibu Hutton mengirimnya ke Sekolah Menengah Atas Edinburgh dimana dia tertarik pada matematika dan kimia, lalu pada usia 14 tahun, ia memasuki Universitas Edinburgh sebagai "student of humanity". Pada usia 17 tahun ia menjadi seorang calon pengacara, tetapi ketertarikannya pada ilmu kimia membawanya menjadi seorang asisten fisika yang juga mempelajari ilmu pengobatan di universitas yang sama pada usia 18 tahun.

Pada tahun 1749 Hutton mengambil gelar doktor di bidang ilmu pengobatan di kota Leyden dengan thesis tentang sirkulasi darah. Setelah menyelesaikan sekolahnya Hutton kembali ke London dan banyak melakukan eksperimen kimia bersama teman dekatnya, James Davie.

Dari ayahnya, Hutton mewarisi lahan pertanian di Berwickshire, lahan tersebut telah dimiliki keluarganya sejak tahun 1713. Pada awal 1750, Hutton menempati lahan pertanian tersebut dan mulai memperkenalkan teknik-teknik bertani dari wilayah lain di Inggris, serta bereksperimen dengan tanaman dan hewan. Ide-ide dan inovasinya dalam bertani tertuang dalam manuskrip yang tidak diterbitkan yang berjudul "*The Elements of Agriculture*"

Kegemarannya bertani menimbulkan rasa ketertarikan pada meteorologi dan geologi, pada tahun 1753 Hutton makin tergilagila mempelajari permukaan bumi dan mengamati dengan seksama setiap lubang galian, parit, atau endapan sungai yang ia temui, hingga dia bisa menyimpulkan bahwa "sebagian besar batuan yang ada sekarang tersusun oleh material-material hasil rombakan tubuh batuan, binatang, tumbuhan dan mineral, dari formasi yang lebih tua". Ide-ide teoritisnya mulai terkumpul pada tahun 1760, dan sejalan dengan kegiatan bertaninya, Hutton melakukan perjalanan tour geologi ke bagian utara Skotlandia bersama seorang temannya, George Maxwell-Clerk.

Tahun 1770 Hutton membangun rumah di St John's Hill, Edinburgh. Saat itu ia merupakan salah satu tokoh yang berpengaruh dalam *Scottish Enlightenment*, bersama dengan ilmuwan lainnya seperti John Playfair, David Hume, dan Adam Smith, Hutton mendirikan Oyster Club. Antara tahun 1767 dan 1774 Hutton terlibat dalam pembuatan Forth and Clyde Canal, dimana beliau memanfaatkan ilmu geologinya. Tahun 1777 Hutton mempublikasikan pamflet tentang "*Considerations on the Nature, Quality and Distinction of Coal and Culm*", teorinya ini berhasil mempermudah masalah pengangkutan batubara dalam skala kecil.

## TEORI TENTANG FORMASI BATUAN

Hutton mendapatkan ide yang menjelaskan formasi batuan yang ia temui, tetapi menurut Playfair, Hutton tidak mempunyai keinginan untuk mempublikasikan teorinya karena dia lebih menikmati proses pencarian ide daripada mendapatkan pujian atas apa yg telah ditemukannya. Setelah 25 tahun, teorinya tentang ilmu bumi yang berjudul "*Theory of the Earth; or an Investigation of the Law observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land upon the Globe*" dibacakan pada pertemuan Royal Society of Edinburgh dalam 2 bagian, bagian pertama oleh Joseph Black pada tanggal 7 Maret 1785, dan bagian kedua oleh Hutton sendiri pada tanggal 4 April 1785. Setelah itu, Hutton membacakan abstrak disertasinya "*Concerning the System of the Earth, its Duration and Stability*" dalam Society meeting pada tanggal 4 Juli 1785. Teorinya adalah sebagai berikut;

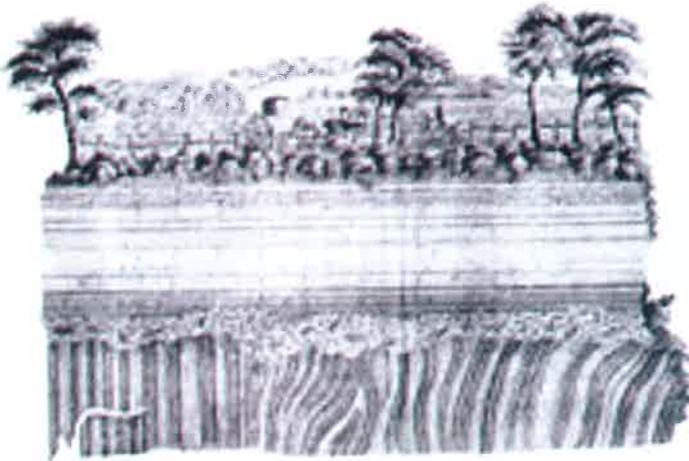
*Bagian padat dari bumi yang sekarang terlihat, disusun oleh produk hasil lautan, dan material lainnya yang sama dengan yang ditemui saat ini di pantai. Hal ini menuntun pada :*

1. Bumi/daratan yang kita tempati tidak sederhana dan asli, tetapi merupakan suatu komposisi, dan terbentuk oleh suatu operasi yang disebabkan hal lain.
2. Sebelum bumi/daratan yang kita tempati sekarang terbentuk, telah ada bumi yang terdiri dari daratan dan lautan, dimana terdapat gelombang dan pasang surut, dan dasar samudera pada zaman itu merupakan daratan pada masa kini.
3. Ketika daratan yang ada sekarang dibentuk di dasar samudera, daratan yang terdahulu mengandung tumbuhan dan binatang; sehingga setidaknya lautan kemudian dihuni oleh binatang, dengan cara yang sama seperti saat ini.

*Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa bagian terbesar dari daratan kita, walaupun tidak semua, dihasilkan oleh proses alami dari bumi ini; tetapi dalam rangka membuat daratan menjadi permanen, dan bertahan dari kegiatan air diperlukan dua hal :*

1. Konsolidasi massa yang terbentuk dari kumpulan material-material lepas atau inkoheren
2. Elevasi dari massa yg terkonsolidasi dari dasar samudera, daerah dimana massa tersebut terkumpul, ke tempat dimana sekarang terdapat di atas permukaan laut.

Pada tahun 1787 Hutton mengemukakan apa yang sekarang dikenal dengan *Hutton Unconformity* di Inchbonny, Jedburgh, dalam perlapisan batuan sedimen. Seperti yang terlihat pada ilustrasi berikut, perlapisan serpih abu-abu pada bagian bawah perlapisan mempunyai kemiringan hampir vertikal, lalu di atasnya terdapat perlapisan batupasir merah yang horisontal.



Hutton meyakini bahwa setidaknya terdapat beberapa daur, yang masing-masing menyertakan pengendapan material di dasar samudera, pengangkatan dengan kemiringan, dan erosi, kemudian kembali lagi ke dasar samudera untuk mengendapkan lapisan berikutnya.

## TEORI-TEORI YANG BERLAWANAN

Teori baru Hutton berlawanan dengan teori yang populer saat itu yaitu teori Neptunis dari Abraham Gottlob Werner, yang menyebutkan bahwa semua batuan merupakan hasil presipitasi sebuah aliran yang sangat besar. Hutton berpendapat bahwa bagian dalam bumi merupakan bagian yang panas, dan panas inilah yang menyebabkan terbentuknya batuan baru: daratan tererosi oleh udara dan air, dan diendapkan sebagai lapisan di lautan; kemudian panas membentuk endapan tersebut menjadi batuan, dan mengalami pengangkatan sehingga menjadi daratan baru. Teori ini disebut teori Plutonis yang berlawanan dengan teori Neptunis.

Hutton juga mengeluarkan ide tentang *deep time*, yang berlawanan dengan Catastropisma. Dia beranggapan bahwa usia bumi jauh lebih tua dari anggapan orang pada saat itu yang hanya beberapa ribu tahun. Landasan dari argumennya itu adalah perubahan yang dia saksikan tidak terjadi dalam waktu yang singkat seperti anggapan teori Catastropisma, sehingga dia beranggapan bahwa usia bumi adalah beberapa juta tahun (lebih pendek dibandingkan dengan penemuan pada abad 21, tetapi merupakan perubahan yang cukup besar pada saat itu).

## KONTRIBUSI LAIN

Dalam bidang meteorologi, Hutton telah lama mempelajari atmosfer. Pada tulisannya yang berjudul *Theory of the Earth*, di dalamnya mengandung sebuah *Theory of Rain*. Hutton juga menyumbangkan pikirannya dalam bidang evolusi, dimana dia berpendapat bahwa seleksi alam terjadi karena dipengaruhi oleh mekanisme yang terjadi pada makhluk hidup. Ide-ide Hutton dalam berbagai bidang terutama geologi dituangkan dalam buku Charles Lyell, yang mana kemudian buku ini memberikan banyak masukan untuk Charles Darwin dalam mengembangkan idenya tentang seleksi alam untuk menjelaskan keterjadian spesies.

*Penny, diterjemahkan dari Wikipedia*

# GALERI PHOTO



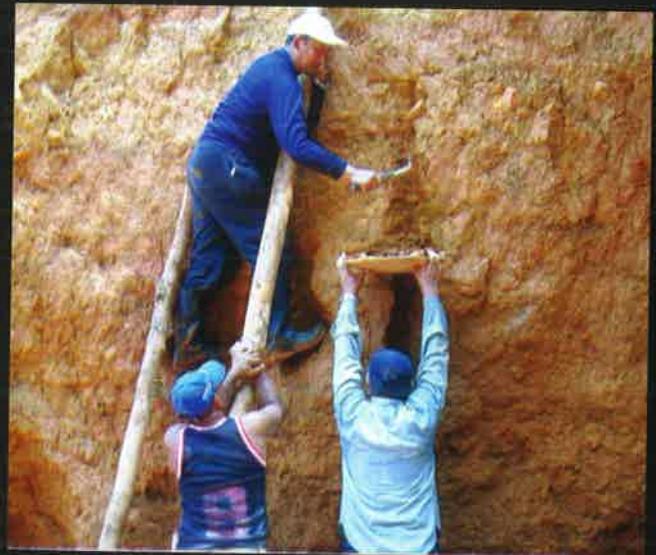
Batu Bara-SEPARI\_KALTIM



Batu Bara-SEPARI\_KALTIM



Bor Panas Bumi



Channel Sampling



Crane Kato



Crawler Drill



Emas nabire



Laboratorium Mini Coalbed Methane

# GALERI PHOTO



Lumpur Sidoarjo-1



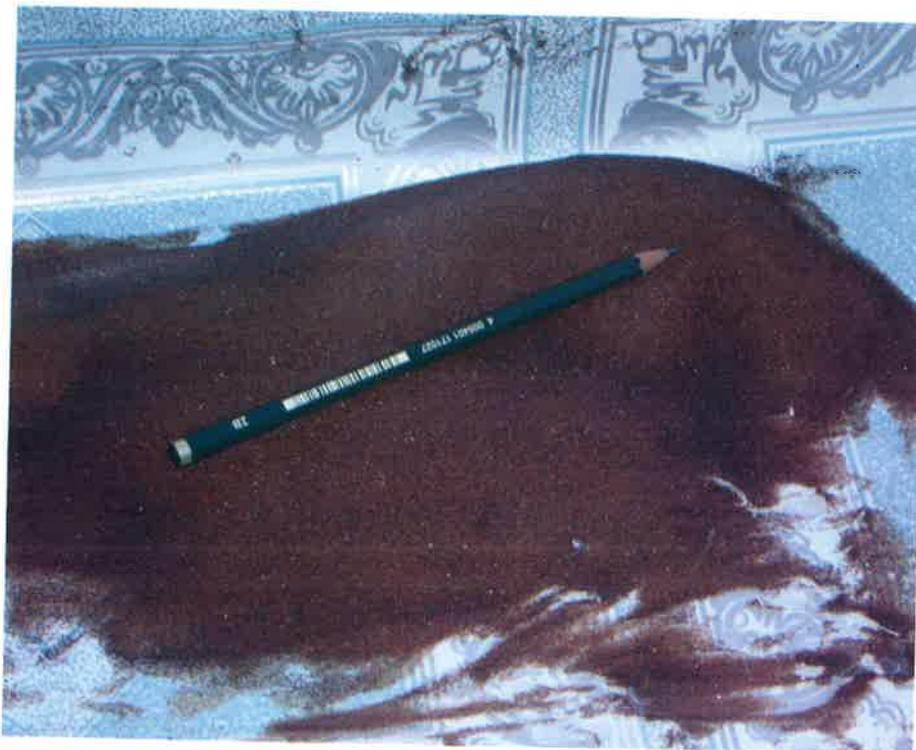
Lumpur Sidoarjo-2



Mercury Analyzer



Mikroskop Polarisasi Inklusi Fluida



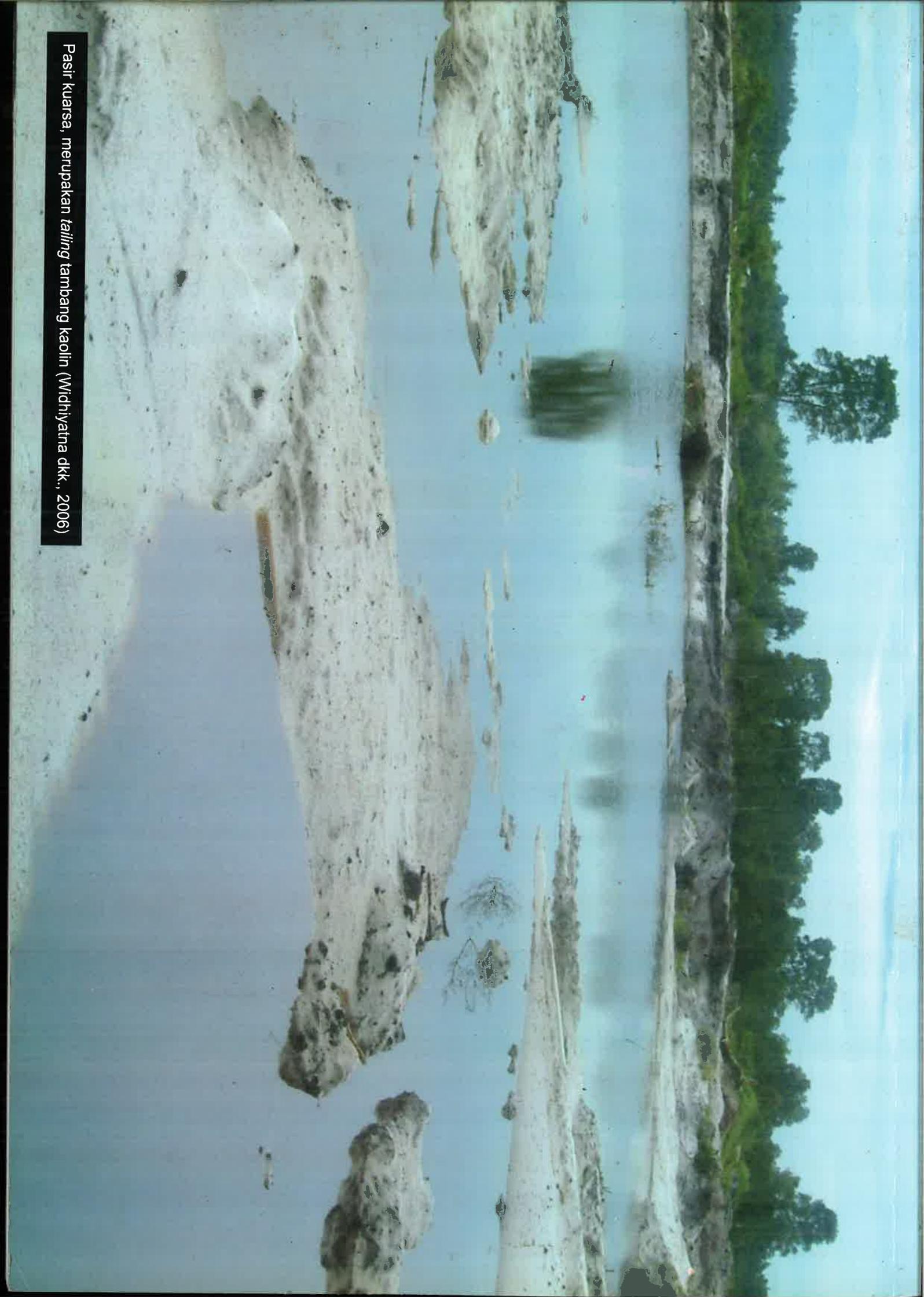
Konsentrat Zirkon (KS 05) Desa Kalap (Ujung Pandaran), Kecamatan Mentaya Hilir Selatan, Kabupaten Kotawaringin Timur



Andesit di Sungai Takalak, Desa Sembuluh I, Kecamatan Danau Sembuluh, Kabupaten Seruyan (KS 10), berwarna hitam, sudah di usahakan oleh penduduk setempat secara tradisional



Penambangan Marmer Citatah, Padalarang



Pasir kuarsa, merupakan *tailing* tambang kaolin (Widhiyatna dkk., 2006)