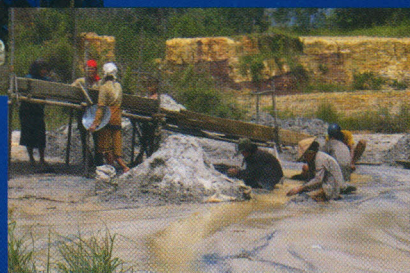
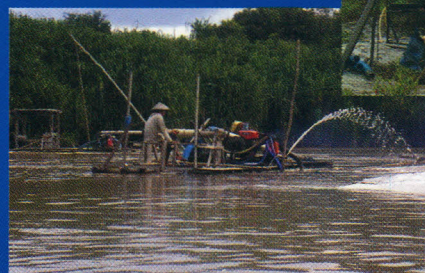


ISSN 1907-5367

# **buletin** **SUMBER DAYA GEOLOGI**

Volume 2 Nomor 3 - 2007



- **Tinjauan Bahan Galian Tertinggal Pada Wilayah Bekas Tambang Di Indonesia**
- **Potensi Bahan Bangunan Di Pulau Nias Untuk Menunjang Pembangunan Paska Gempa Dan Tsunami**
- **Kajian Awal Sumber Daya Batubara dan Nisbah Pengupasan (Stripping Ratio) Di Pulau Nias - Provinsi Sumatera Utara**



**Pusat SumberDaya Geologi**

## **PENGANTAR REDAKSI**

Pembaca yang budiman,

Buletin Sumber Daya Geologi kembali hadir di penghujung tahun. Menutup tahun 2007, kami hadir dengan mengajak pembaca menikmati 5 sajian makalah. Kami sangat bersyukur karena meski masih dengan terseok-seok, kami bisa memenuhi target untuk menerbitkan 3 edisi Buletin Sumber Daya geologi di tahun 2007.

Kesulitan klasik dalam penerbitan Buletin kita, masih saja berkuat pada minimnya jumlah makalah yang masuk. Kalau diperhatikan, penulis produktif masih muncul dari nama yang itu-itu saja. Sebagian pembaca mungkin merasa kalau menulis untuk Buletin terkesan njelimet dan penuh aturan. Itu mungkin yang membuat para pembaca merasa enggan untuk mencoba mengirimkan naskah untuk Buletin. Padahal Buletin kita diterbitkan untuk menjadi ajang berlatih menulis bagi anda semua, dengan catatan, tentu saja berlatih menulis yang tidak asal-asalan.

Para editor dan dewan redaksi siap membantu dengan memberikan masukan yang Insya Allah menyempurnakan tulisan yang anda buat. Tidak ada sedikitpun maksud kami untuk mempersulit pemuatan karya tulis yang anda buat. Koreksi dan masukan dibuat semata-mata untuk membuat tulisan anda lebih memiliki arti serta layak untuk dimuat dan dibaca oleh banyak orang.

Menyongsong tahun 2008, mari kita bersama-sama memunculkan tekad untuk terus berlatih, berani mencoba dan bersemangat untuk berkarya. Mari kita sungsong tahun baru dengan semangat untuk membuat segala sesuatu yang jauh lebih baik dari tahun yang telah lewat. Semoga Buletin kita bisa terus berkibar dengan menerbitkan lebih banyak karya bermutu yang menambah wawasan di bidang sumberdaya geologi Indonesia.

Selamat menikmati Buletin Sumber Daya Geologi  
Selamat tahun baru 2008.  
Sukses semoga selalu beserta kita semua.

Salam hangat  
Dewan Redaksi

### **Penanggung Jawab :**

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

### **Wakil Penanggung Jawab :**

Kepala Bidang Informasi

### **DEWAN REDAKSI**

#### **Ketua**

Agus Pujobroto

#### **Wakil Ketua**

Danny Z. Herman

#### **Anggota**

Herry Rodiana Eddy

Teuku Ishlah

Sutrisno

Rahardjo Hutamadi

Freddy Nanlohi

Siti Sumilah R.S.

Asep Suryana

#### **Editor :**

Sjafra Dwipa

Herudiyanto

Bambang Tjahjono

Bambang Pardiarto

### **DEWAN PENERBIT**

#### **Ketua**

S.S. Rita Susilawati

#### **Anggota**

Ella Dewi Laraswati

Nandang Sumarna

Retno Rahmawati

Candra

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

Halaman

## MAKALAH ILMIAH

Tinjauan Bahan Galian Tertinggal Pada Wilayah Bekas Tambang Di Indonesia ..... Oleh : <i>Sabtanto Joko Suprpto</i>	2
Potensi Bahan Bangunan Di Pulau Nias Untuk Menunjang Pembangunan Paska Gempa Dan Tsunami ..... Oleh : <i>Ganjar Labaik</i>	11
Kajian Awal Sumber Daya Batubara dan Nisbah Pengupasan (Stripping Ratio), di Pulau Nias - Provinsi Sumatera Utara..... Oleh : <i>Robert Lumban Tobing</i>	20
Pengawasan Eksplorasi Panas Bumi Dalam Rangka Penyiapan 9.500 MW Energi Listrik Pada Tahun 2025 ..... Oleh : <i>Teuku Islah</i>	33
Tinjauan Konservasi Sumber Daya Aspal Buton ..... Oleh : <i>Denni Widhiyatna, R. Hutamadi, Sutrisno</i>	42
Tinjauan Tailing Sebagai Sumber Daya ..... Oleh : <i>Subtano Joko Suprpto</i>	50
<b>TOKOH</b> .....	57
<b>GALERI FOTO</b> .....	59
<b>KAMUS GEOLOGI</b> .....	61
<b>PEDOMAN PENULISAN Makalah/karya Tulis Ilmiah Buletin Sumber Daya Geologi</b> .....	62

## TINJAUAN BAHAN GALIAN TERTINGGAL PADA WILAYAH BEKAS TAMBANG DI INDONESIA

Oleh :

**Sabtanto Joko Suprpto**

Kelompok Program Penelitian Konservasi Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Sejarah pertambangan di Indonesia telah dimulai sejak lebih dari seribu tahun lalu, diawali dengan kedatangan emigran dari Cina yang menambang emas di beberapa wilayah, dilanjutkan pada jaman Hindu, pendudukan Belanda, dan Jepang. Kegiatan pertambangan selain oleh pelaku usaha pertambangan menggunakan peralatan berteknologi tinggi, banyak juga pertambangan rakyat menggunakan peralatan sederhana dengan kapasitas yang sangat terbatas. Kurun waktu panjang kegiatan pertambangan di banyak wilayah telah meninggalkan bekas tambang yang pengakhirannya disebabkan oleh berbagai latar belakang atau alasan.

Berakhirnya kegiatan pertambangan tidak selalu disebabkan oleh habisnya sumber daya atau cadangan bahan galian yang diusahakan, namun terdapat faktor yang mempengaruhinya seperti keterbatasan teknologi, aspek sosial, dan permodalan. Hal tersebut dapat menyebabkan kegiatan penambangan terhenti sehingga memungkinkan menyisakan adanya bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang yang masih memiliki peluang untuk dimanfaatkan.

### ABSTRACT

*History of mining in Indonesia has been started since more than a thousand years ago, initiating with the arrival of emigrants from China which mine for gold miners in some regions, and continued at Hindusm era as well as along the periode of the Dutch and Japanese colonization. Dispite the mining activities besides conducted by some mining interprises or companies using high technological equipments, there are also a lot of people mining activities using simple equipments with very limited capacities. Within this long periode of time the mining activities in many regions has abondened the mines in which most of them was terminated due to various backgrounds or reasons.*

*Termination of mining activities were not always caused by the run out of attempted resource or reserves but were mostly influenced by some factors such as technological approach, social aspect, and capital. These factors can resulted in the termination of mining activities though it is quite possible to remain some resource or reserve deposits behind at the abandoned mines which still having appportunity to be exploited.*

### PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan di Indonesia telah berlangsung dalam kurun waktu lama, yang dilakukan oleh pelaku usaha pertambangan sekala besar maupun kecil, pertambangan rakyat serta PETI. Seiring dengan dinamika perjalanan sejarah Indonesia yang diwarnai dengan beberapa kali gejolak dan pasang surut perkembangan ekonomi, demikian juga usaha pertambangan yang tidak selalu mulus, bahkan terjadi pengakhiran kegiatan pertambangan sebelum penutupan.

Pada kegiatan operasi produksi tambang tidak selalu semua bahan galian dapat tertambang, terolah dan termanfaatkan. Selain itu pengakhiran tambang tidak selalu diakibatkan oleh telah habisnya sumber daya atau cadangan bahan galian. Pengelolaan bahan galian untuk mendapatkan manfaat yang optimal pada kenyataannya menemui banyak kendala, antara lain diakibatkan oleh keterbatasan operasional penambangan, pengolahan, pengangkutan, dan permodalan sehingga dapat menyebabkan adanya bahan galian yang masih tertinggal. Sebagai akibatnya wilayah bekas tambang yang banyak tersebar di Indonesia sebagian masih berpotensi mengandung bahan galian yang mempunyai nilai ekonomi untuk diusahakan.

Wilayah bekas tambang dapat berpotensi masih mengandung bahan komoditas utama, mineral ikutan, dan bahan galian lain. Beberapa wilayah bekas tambang terutama bekas kegiatan penambangan pada masa pendudukan Belanda dan wilayah bekas tambang dari kegiatan penambangan oleh masyarakat dan PETI dapat diusahakan kembali oleh para pelaku usaha pertambangan, baik untuk memanfaatkan sisa bahan galian utama yang pernah diusahakan sebelumnya, mineral ikutan, maupun bahan galian lainnya.

### SEJARAH PERTAMBANGAN

Sejarah pertambangan di Indonesia sangat panjang. Emas dan perak telah diusahakan sejak lebih dari 1000 tahun, dan tercatat produksi timah putih dan intan terhitung sejak abad 18. Pendetang dari Cina telah menambang cebakan emas aluvial di Kalimantan pada abad keempat. Cebakan emas aluvial di Daerah Monterado, Kalimantan Barat pernah diusahakan oleh pendatang dari Cina pada awal abad 18 (Keyser & Sinay, 1993). Cebakan emas aluvial di Daerah Meulaboh, NAD, dan Logas, Riau, pernah ditambang pada masa pendudukan Belanda dan Jepang (Van Leeuwen, 1994).

Di Pulau Sumatera, cebakan emas sudah lama diusahakan oleh masyarakat. Kegiatan pertambangan emas modern ditandai dengan dibukanya tambang Lebong Donok, Bengkulu pada tahun 1899 yang mengusahakan cebakan emas primer. Usaha tersebut disusul oleh pembukaan tambang-tambang lain, seperti di Simau pada tahun 1910, Salido tahun 1914, Lebongsimpang tahun 1921 dan Tambangsawah tahun 1923. Tambang Manggani, Sumatera Barat mulai berproduksi pada 1913 yang diusahakan oleh perusahaan Equator bertahan sampai tahun 1931 dan beralih kepemilikan serta dibuka kembali pada 1939 oleh Marsman's Algemeen Exploratie Maatschappij atau lebih dikenal MAEM. Tambang lain yang dibuka sesudah tahun 1930an adalah Belimbing (Gunungarum) pada tahun 1935 dikelola oleh perusahaan Barisan, Bulangsi (Sumatra Goudmijn Ltd.) dan Muarasipongi pada tahun 1936. Selain menambang bijih emas primer, MAEM juga mengusahakan emas aluvial di Meulaboh, Aceh yang dibuka pada tahun 1941 dan berlangsung hingga pecahnya Perang Dunia II. Tambang emas aluvial terdapat juga di Logas, Riau diusahakan oleh perusahaan Bengkalis (Wahyudi dan Yusuf, 2004). Tempat-tempat lain pada masa pendudukan Belanda terdapat juga tambang emas di antaranya di Kotacina di Sumatera Utara, dan Buo, Batangasai di Sumatera Barat. Kotacina, pada abad 11-13 merupakan pelabuhan dagang yang ramai, tidak ada catatan sejarah tentang penambangan di Kotacina, tetapi penggalian Arkeologis menemukan berbagai perhiasan emas kuno.

Pada tahun 1709 VOC Belanda telah melakukan perjanjian pembelian timah dengan Sultan Palembang yang ditindaklanjuti dengan penggalian timah di Pulau Bangka, Belitung dan Singkep. Setelah Belanda menjajah Indonesia, pada tahun 1899 pemerintah kolonial Belanda menerbitkan UU Pertambangan untuk wilayah Hindia Belanda yang disebut Indiche Mijnwet.

Sebelum Jepang masuk ke Indonesia, Belanda membumi hanguskan lokasi-lokasi tambang yang ada, sehingga pada masa penjajahan Jepang dilakukan pembangunan kembali tambang lainnya yang rusak tersebut sekaligus mencari bahan tambang seperti besi dan mangan. Pertambangan pada masa penjajahan Jepang terutama untuk memenuhi kebutuhan perang.

Pada masa revolusi kemerdekaan tahun 1945-1949 Indonesia mulai melakukan pembenahan terhadap tambang yang ditinggalkan penjajah termasuk menyusun kebijakan dalam pengelolaannya. Karena masih dalam suasana revolusi maka usaha pertambangan tidak berjalan dengan wajar. Pemerintah Indonesia pada saat itu membentuk Jawatan Pertambangan Pusat Republik Indonesia. Kegiatan yang dilakukan oleh jawatan tersebut baru sebatas pada pengendalian beberapa tambang kecil peninggalan Jepang di

Pulau Jawa, yang salah satunya yaitu Tambang Emas Cikotok. Tambang Cikotok dibangun oleh N.V. Mynbouw Maatschappij Zuid Bantam pada tahun 1936-1939. Pada masa pendudukan Jepang penambangan dilakukan oleh Mitsui Kosha Kabushiki Kaisha dengan mengambil timah hitam di Cirotan untuk kebutuhan tentaranya (Priyono, 1968).

Dasar perkembangan usaha pertambangan saat ini merupakan kelanjutan hasil kegiatan pada masa pendudukan Belanda yang melakukan eksplorasi dan pengembangannya antara tahun 1840an dan 1930an. Selama periode tersebut Indonesia menjadi produsen timah putih kedua terbesar dunia dan pengekspor emas, perak, nikel, bauksit dan batubara. Namun pada masa perang dunia kedua dan masa perjuangan kemerdekaan terjadi penurunan dan pengakhiran beberapa kegiatan pertambangan. Nasionalisasi perusahaan pertambangan antara tahun 1957 dan 1960 menyebabkan menurunnya produksi tambang pada tahun 1966 di bawah hasil produksi sebelum masa perang.

Kegiatan pertambangan selain melibatkan pelaku usaha yang melakukan proses penambangan dan pengolahan secara sistematis, banyak juga penambangan tanpa ijin dan pertambangan rakyat, yang melakukan kegiatannya cenderung kurang sistematis. Sejarah pertambangan rakyat telah dimulai sangat lama seiring dengan sejak dikenalnya pertambangan itu sendiri. Pertambangan tanpa ijin dan pertambangan rakyat umumnya mempunyai keterbatasan permodalan dan teknologi, sehingga hanya menjangkau bahan galian yang relatif dangkal dan perolehan dari pengolahan cenderung rendah. Akibat tidak mempunyai kemampuan untuk melakukan ekspor, komoditas yang diusahakan umumnya yang laku dijual di pasar setempat atau domestik, sehingga komoditas lainnya dibiarkan tertinggal.

## BAHAN GALIAN TERTINGGAL

### Jenis Komoditas

Cebakan atau endapan bahan galian yang terbentuk di alam sering dalam kondisi berupa asosiasi beberapa komoditas bahan galian. Pada saat kegiatan penambangan, beberapa jenis komoditas sudah mempunyai nilai ekonomi sedangkan sebagian lainnya belum bernilai ekonomi. Bahan galian yang belum bernilai ekonomi pada saat berlangsungnya kegiatan usaha pertambangan, akan tertinggal saat tambang berakhir.

Bahan galian yang tertinggal pada wilayah bekas tambang dapat berupa komoditas yang diusahakan ketika tambang masih aktif, atau komoditas lain yang pada saat tambang masih aktif belum bernilai ekonomi. Jenis komoditas tersebut dapat merupakan bahan galian utama, mineral ikutan, dan bahan galian lain.

keadaan insitu maupun berupa tailing ditambang dan diolah untuk menghasilkan komoditas bernilai ekonomi.

Potensi bahan galian pada wilayah bekas tambang dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan sejarah pengakhirannya, terutama dengan alasan bukan karena habisnya sumber daya/ cadangan bahan galian. Untuk kegiatan tambang yang diakhiri dengan masih menyisakan bahan galian ekonomis, data eksplorasi dan hasil produksinya sangat penting untuk digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi potensi yang masih tersisa.

Kegiatan pertambangan yang dilakukan secara sistematis mempunyai tahapan pelaksanaan operasi produksi mulai dari penambangan dan pengolahan yang sistematis dan teratur, serta terdokumentasikan secara teratur, sehingga apabila terjadi pengakhiran tambang akan lebih mudah untuk melokalisir sumber daya yang masih tertinggal. Pada wilayah bekas tambang yang dikelola pelaku usaha pertambangan sekala besar secara sistematis umumnya tersedia data yang lengkap mulai dari tahapan eksplorasi sampai dengan operasi produksi, sehingga data tersebut sangat berguna untuk melakukan penilaian potensi wilayah bekas tambang.

Kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh masyarakat umumnya tidak sistematis, dan cenderung acak, sehingga sebaran sumber daya yang masih tertinggal akan tersebar tidak teratur. Wilayah bekas tambang rakyat umumnya tidak didukung oleh data eksplorasi dan operasi produksi yang memadai, sehingga untuk menentukan potensi bahan galian tertinggal harus dengan melakukan eksplorasi.

Bekas tambang dapat mempunyai potensi lebih menguntungkan dibandingkan dengan daerah yang belum ada kegiatan penambangannya. Pada bekas tambang terbuka telah dilakukan pengupasan dan pemindahan lapisan penutup, sedangkan pada bekas tambang dalam telah tersedia terowong untuk penambangan.

Pada wilayah bekas tambang terbuka, bahan galian ekonomis yang telah tergali dapat dimanfaatkan dengan tanpa melakukan penggalian lagi, sehingga proses pengambilan bahan galian akan lebih mudah. Pada wilayah bekas tambang dalam di mana masih dijumpai terowong untuk prasarana menambang bahan galian, dapat dimanfaatkan kembali untuk menjangkau bahan galian yang masih tersisa (Gambar 11).

Komoditas bahan galian yang terkandung di dalam tailing dapat dimanfaatkan dengan rangkaian proses penambangan dan pengolahan yang lebih pendek terutama untuk tailing yang tersimpan dekat permukaan. Tailing yang berasal dari bahan galian yang semula terdapat pada

#### Keberadaan Bahan Galian

Keberadaan bahan galian tertinggal pada wilayah

bekas tambang sangat terkait dengan sistem penambangan. Penggalian pada sistem tambang dalam, dilakukan dengan mengambil material atau bahan galian secara sangat selektif, yaitu hanya untuk bahan galian yang mempunyai potensi nilai ekonomi. Sementara untuk bahan galian yang belum mempunyai nilai ekonomi dibiarkan tertinggal insitu (Gambar 2).

Pada penambangan dengan sistem tambang terbuka (Gambar 1), material yang berada di atas pit limit seluruhnya diangkat dan dipindahkan, baik berupa bahan galian dengan kadar/kualitas rendah sampai tinggi, maupun bahan penutup yang diperlakukan sebagai waste. Bahan galian kadar/kualitas rendah yang berpeluang untuk diusahakan biasanya disimpan di stock pile tersendiri, sambil menunggu perubahan harga sehingga menjadi bernilai ekonomi untuk diolah/ diusahakan.

Bahan galian tertinggal atau tersisa pada wilayah bekas tambang terdiri dari bahan galian yang tidak tertambang/insitu, bahan galian tertambang dan belum diolah, serta bahan galian tertambang dan sudah diolah.

- Bahan galian yang tidak tertambang/insitu, yaitu bahan galian pada wilayah bekas tambang dalam keadaan belum pernah tergali dan masih dalam kondisi insitu. Pada perencanaan saat tambang masih aktif tidak termasuk yang akan digali, atau termasuk yang akan digali namun sampai kondisi pengakhiran tambang karena suatu kendala tidak dapat digali. Jenis bahan galian tersebut dapat berupa bahan galian utama dan bahan galian lain
- Bahan galian tertambang dan belum diolah, yaitu bahan galian yang telah ikut tergali dan belum diolah. Bahan ini dapat berupa bahan galian berkadar/kualitas rendah/marginal yang sampai penutupan tambang belum mempunyai nilai ekonomi, atau bahan galian lain yang saat tambang masih aktif belum diusahakan.
- Bahan galian tertambang dan sudah diolah, yaitu bahan galian yang telah melewati tahapan penambangan dan proses pengolahan, tetapi tidak/belum dimanfaatkan. Bahan tersebut umumnya berupa tailing dan atau by product. Komoditas yang terkandung di dalamnya dapat berupa bahan galian utama dan mineral ikutan yang dalam recovery pengolahannya tidak termasuk target produksi, atau berupa mineral ikutan yang pada saat tambang masih aktif belum mempunyai nilai ekonomi.

#### Latar Belakang

Tertinggalnya bahan galian pada wilayah bekas tambang dapat disebabkan oleh beberapa alasan. Faktor penyebab dapat bersifat teknis maupun nonteknis,

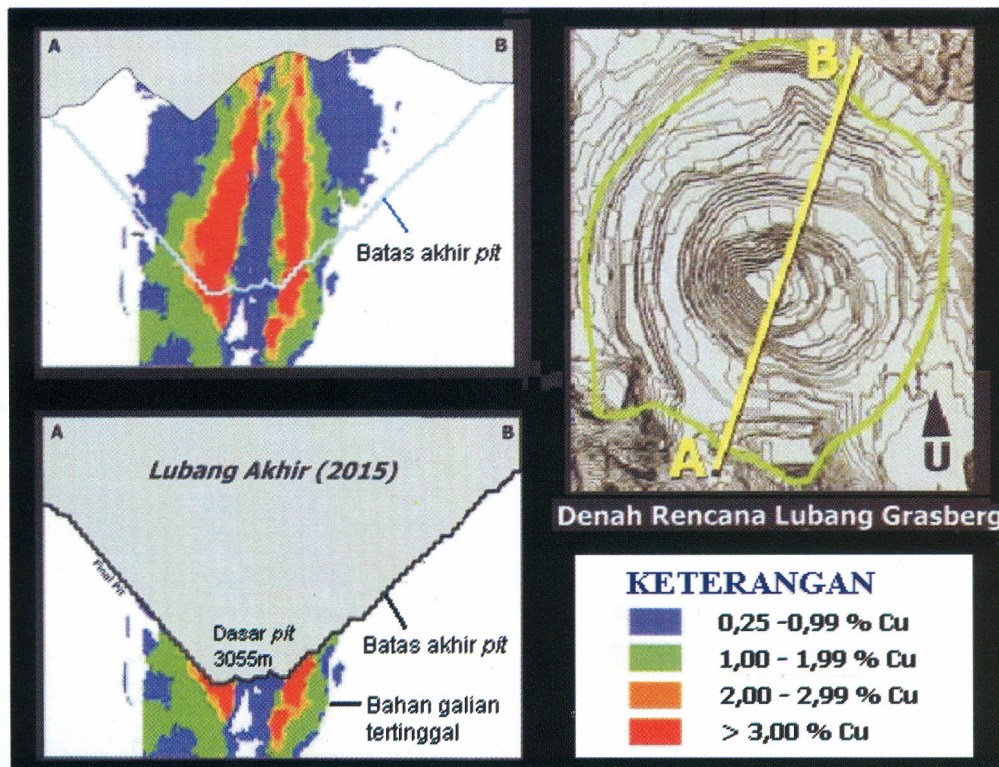
berdasarkan kasus yang terjadi di Indonesia dapat dijumpai beberapa latar belakang sebagaimana diuraikan berikut :

- Pengakhiran kegiatan penambangan yang disebabkan bukan oleh akibat habisnya sumber daya atau cadangan, akan tetapi oleh sebab lain misalnya aktivitas tambang saat pendudukan oleh Belanda atau Jepang yang berakhir karena harus meninggalkan Indonesia (Gambar 10).
- Persoalan sosial yang dapat menyebabkan tidak dapat ditambangnya sebagian dari sumber daya atau cadangan yang ada, misalnya pada beberapa kasus PETI yang menjadi kendala bagi pelaku usaha pertambangan untuk menjalankan usahanya (Gambar 3).
- Bahan galian kadar/kualitas rendah yang pada saat kegiatan tambang masih aktif belum mempunyai nilai ekonomi untuk diusahakan (Gambar 7).
- Akibat keterbatasan teknologi pengolahan, mengakibatkan perolehan pengolahan rendah, sehingga tailing yang dihasilkan masih mengandung komoditas utama yang diusahakan dan atau mineral ikutan (Gambar 4 & 5).
- Akibat keterbatasan teknologi penambangan yang mempunyai kapasitas terbatas, sehingga tidak semua bahan galian dapat dijangkau/tergali.
- Bahan galian lain atau mineral ikutan yang belum mempunyai nilai ekonomi saat tambang aktif, sehingga belum dimanfaatkan (Gambar 9).

- Dimensi bahan galian yang tidak sesuai dengan skala pelaku usaha pertambangan, hal ini antara lain terkait dengan kapasitas permodalan, teknologi, dan keahlian, serta target margin keuntungan.
- Keterbatasan kapasitas dari suatu sistem penambangan. Ketika kedalaman pit sudah sampai pada batas maksimal stripping ratio, hal ini menyebabkan ketidaklayakan lagi untuk kelangsungan cara penambangan dengan sistem terbuka.
- Turunnya harga komoditas tambang yang menyebabkan tidak ekonomisnya upaya penambangan diteruskan.
- Tambang rakyat dan PETI umumnya hanya mengusahakan komoditas yang dapat dijual pada pasar setempat/domestik, sehingga apabila terdapat komoditas lainnya dibiarkan tertinggal.

**Potensi Bahan Galian**

Dengan makin meningkatnya harga dan kebutuhan berbagai komoditas tambang pada akhir-akhir ini, menyebabkan beberapa komoditas bahan galian yang sebelumnya tidak bernilai ekonomi menjadi bahan yang berpotensi untuk diusahakan. Hal ini berakibat beberapa jenis bahan galian pada wilayah kegiatan pertambangan yang sebelumnya tidak diusahakan, kembali digali dan diolah. Beberapa wilayah bekas tambang dieksplorasi ulang (Gambar 11), dan bahan galian tertinggal baik yang masih dalam



Gambar 1. Desain tambang terbuka, mengangkat seluruh material yang berada di atas batas akhir pit (modifikasi dari PT. Freeport Indonesia, 2006).

kedalaman tertentu, untuk penambangannya harus melalui tahapan pengupasan lapisan penutup, penggalian dan pengangkutan, yang sangat berpengaruh terhadap nilai ekonominya (Gambar 5, 8 dan 9).

Wilayah bekas tambang dari kegiatan usaha pertambangan sekala besar maupun kecil sama-sama mempunyai potensi dijumpainya bahan galian tertinggal. Usaha pertambangan sekala besar cenderung hanya memanfaatkan bahan galian berdimensi besar, sementara bahan galian berdimensi kecil ditinggalkan. Kegiatan PETI dan pertambangan rakyat pada umumnya mempunyai keterbatasan permodalan dan teknologi, yang proses penambangan dan pengolahannya menggunakan prasarana dan sarana dengan kapasitas yang tidak optimal, sehingga menyebabkan perolehan penambangan dan pengolahan yang rendah.

**BAHAN GALIAN TERTINGGAL PADA BEBERAPA WILAYAH BEKAS TAMBANG**

Beberapa wilayah bekas tambang yang masih potensial untuk dikembangkan kandungan bahan galiannya dapat dijumpai di beberapa lokasi di Indonesia, bahkan sebagian telah dikembangkan kembali untuk wilayah usaha pertambangan.

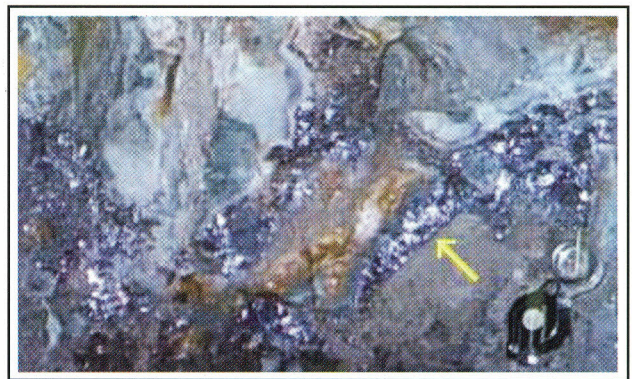
**Wilayah Bekas Tambang Cirotan**

Tambang Cirotan terletak di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Cebakan bijih berupa urat dengan tebal satu sampai lima belas meter. Di sebelah utara urat bijih Cirotan terdapat patahan besar yang menyebabkan pergeseran dari urat bijih. Pada bijih emas urat kuarsa terdapat juga kandungan mineral-mineral sulfida berupa galena, kalkopirit dan sfalerit (Priyono, 1968). Tambang Cirotan selain menghasilkan emas dan perak, juga konsentrat timah hitam dan seng. Pada tahun 1978-1992 telah dihasilkan konsentrat seng 6.749,381 ton dan timah hitam 4.258,209 ton. Pada tahun 1993 pengolahan konsentrat timah hitam dan seng di Cikacapi dihentikan (Tain dkk, 2002).

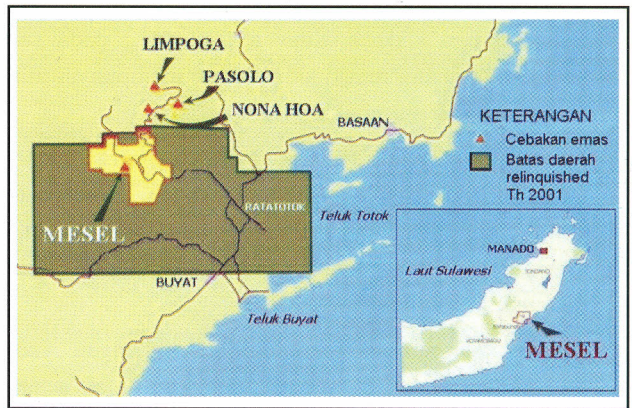
Sebaran galena masif masih dijumpai di beberapa tempat di lubang tambang Cirotan (Djunaedi dan Sukaesih, 2007). Walaupun tambang emas Cirotan telah diakhiri, namun wilayah bekas tambang dikembangkan kembali oleh pelaku usaha pertambangan terutama yang akan memanfaatkan cebakan timah hitam yang tertinggal dan masih berpotensi untuk diusahakan (Gambar 2 dan 11). Selain itu bijih emas urat kuarsa yang masih tertinggal berupa urat-urat tipis ditambang oleh masyarakat setempat dan diolah menggunakan sistem amalgamasi.

**Wilayah Bekas Tambang Mesel**

Tambang Mesel berada di daerah Ratatotok, Kabupaten Minahasa Selatan, Sulawesi Utara. Kegiatan tambang emas di daerah ini telah dimulai pada tahun 1850-



Gambar 2. Galena pada dinding terowongan bekas tambang emas, Cirotan, Banten (Djunaedi dan Sukaesih, 2007)



Gambar 3. Wilayah bekas tambang emas masih menyisakan sumber daya emas insitu (Lahar dkk, 2004).

an, tercantum pada peta British daerah Sulawesi, disebut sebagai tambang emas Gn.Tottik. Pada laporan yang disusun pada jaman Belanda oleh Mesdag, 1914, tercatat bahwa penambangan emas telah dilakukan di Hais oleh penduduk yang berasal dari sekitar Bolaang Mongondow (Garwin, 1994).

Ketika Belanda menemukan daerah tambang tersebut sekitar 1898, telah didapati lorong bawah tanah yang sempit dan panjang, yang dikembangkan dengan teknik peledakan. Belanda membangun 20 mesin penumbuk bijih pada tahun 1900 di dekat pantai, dengan sarana pengangkutan menggunakan lori. Mesin penumbuk tersebut telah ditambah menjadi 60 penumbuk bijih pada tahun 1910. Tercatat total produksi 5.060 kg emas (Van der Ploeg, 1945, dalam Garwin, 1994) yang ditambang di antara tahun 1900 dan 1921 dari sebagian besar endapan eluvial.

Tambang Mesel, Ratatotok mengupayakan penambangan emas dan mineral ikutannya yang dilakukan sejak bulan Maret tahun 1996, dengan sistem tambang terbuka. Semenjak bulan Oktober tahun 2001 penambangan tersebut diakhiri dan kegiatan dilanjutkan dengan operasi produksi yang hanya mengolah bijih yang masih tersisa di stockpile. Berakhirnya kegiatan penambangan tersebut disertai dengan penciptaan daerah konsesinya. Dalam hal ini

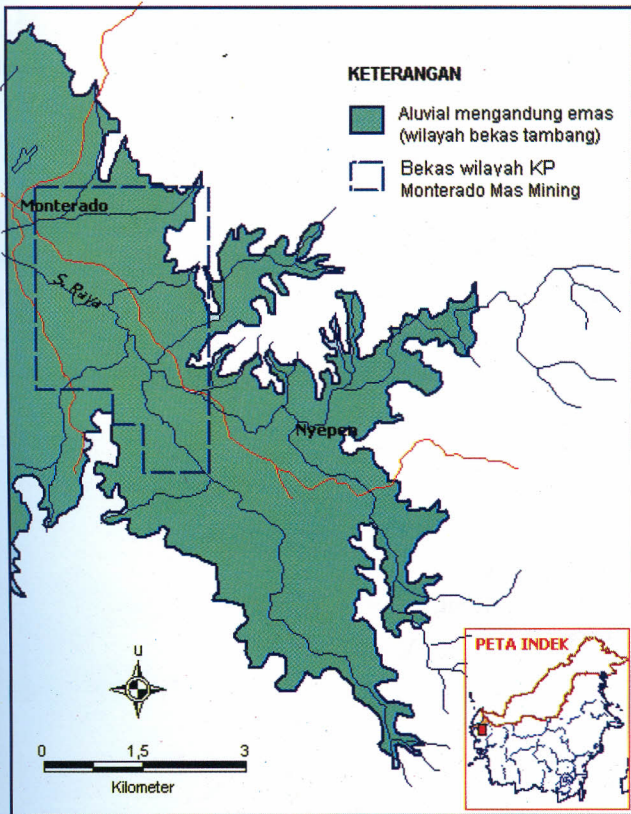


termasuk pelepasan tiga daerah prospek, yaitu Limpoga, Pasolo dan Nona Hoa yang pada neraca perusahaan tahun 1999 (Tain dkk, 2003) termasuk daerah yang layak untuk ditambang (Gambar 3). Sebagai akibatnya upaya tersebut menyisakan sumber daya emas dan perak sebesar yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Status sumber daya emas di daerah Mesel dan sekitarnya pada tahun 1999, (Tain dkk, 2003)

No	Lokasi	Cadangan/ Sumber daya emas	Keterangan
1	Mesel	7,8 MT @ 7,3 gr/t Au	1,8 juta onzes @ 2 gr/t Au <i>Cut off.</i>
2	Leon's	115,000 onzes emas	0,6 MT @ 5,6 gr/t Au
3	Nibong	80,000 Onzes emas	0,5 MT @ 5,1 gr/t Au.
4	Yance	46,000 Onzes emas	0,6 MT @ 2,4 gr/t Au
5	Limpoga	183,000 Onzes emas	1,4 MT @ 4,2 gr/t Au
6	Nona Hoa	74,000 Onzes emas	0,5 MT @ 5,3 gr/t Au

Sebelum daerah prospek Limpoga, Pasolo dan Nona Hoa dilepas, telah marak kegiatan PETI yang menambang cebakan bijih terutama tipe urat, yang pengolahannya menggunakan sistem amalgamasi. Selain tipe urat, sumber daya emas yang utama di daerah tersebut adalah cebakan tipe tersebar yang berupa silisifikasi batuan



Gambar 4. Peta wilayah bekas tambang mengandung sumber daya emas, Monterado, Kalbar (Gunradi dan Djunaedi, 2006).

kabonat (Lahar dkk, 2004). Mengingat kadar bijih tipe tersebar tidak tinggi (Tabel 1), dan emas umumnya berupa elektor, maka tidak ekonomis untuk diolah dengan amalgamasi.

**Wilayah Bekas Tambang Monterado**

Sejak abad 18 sampai pertengahan 19, daerah yang meliputi Singkawang, sebagian besar Sambas dan bagian barat Bengkayang yang sering juga disebut Distrik Cina adalah wilayah tambang emas aluvial yang diusahakan oleh perkumpulan Cina perantauan. Bekas Tambang Monterado berada di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Kegiatan penambangan emas aluvial telah lama dilakukan oleh pendatang dari Cina, dilanjutkan oleh rakyat setempat, dan wilayah ini juga merupakan wilayah bekas tambang PT. Monterado Mas Mining (Gambar 4).

Pada tahun 1990-1996, PT. Monterado Mas Mining melakukan kegiatan eksploitasi di wilayah ini. Akhir tahun 1996 terjadi gejolak masyarakat setempat yang menyebabkan berakhirnya kegiatan eksploitasi. Sejak tahun 1997 di wilayah Monterado setempat-tersempit terdapat penambangan emas aluvial oleh pelaku PETI (Gambar 5).

Hasil penyelidikan PT. Monterado Mas Mining, pada daerah sepanjang 17 km di S. Raya, berdasarkan data dari 1000 lubang bor, kerapatan 200 x 50 m dan 200 x 100 m, dengan status hasil estimasi pada tahun 1990, terdapat sumber daya terukur emas aluvial sebanyak 35,1 juta m3 dengan kadar 169 mg/m3.

Luas wilayah bekas tambang (Gambar 4) sekitar 3.084 Ha, endapan penyusun berupa aluvial tipe fluvial dengan ketebalan di S. Raya 1 - 5 m, umumnya berupa tailing sisa pengolahan PT. Mas Monterado Mining dan tambang rakyat. Endapan aluvial di bagian hulu Sungai Raya bervariasi antara 1 - 2 m. Endapan aluvial dalam kondisi insitu/belum terganggu hanya sekitar 10% dari seluruh wilayah bekas tambang (Gunradi dan Djunaedi, 2006).



Gambar 5. Pengolahan tailing tambang emas aluvial, Monterado, Kalbar (Gunradi dan Djunaedi, 2006).

Dengan rata-rata ketebalan aluvial di daerah Sungai Raya 3 meter, sumber daya emas aluvial/tailing sisa pengolahan sebesar 83.268.000 m<sup>3</sup> @ 51 mg/m<sup>3</sup>, atau 42,4 ton logam emas.

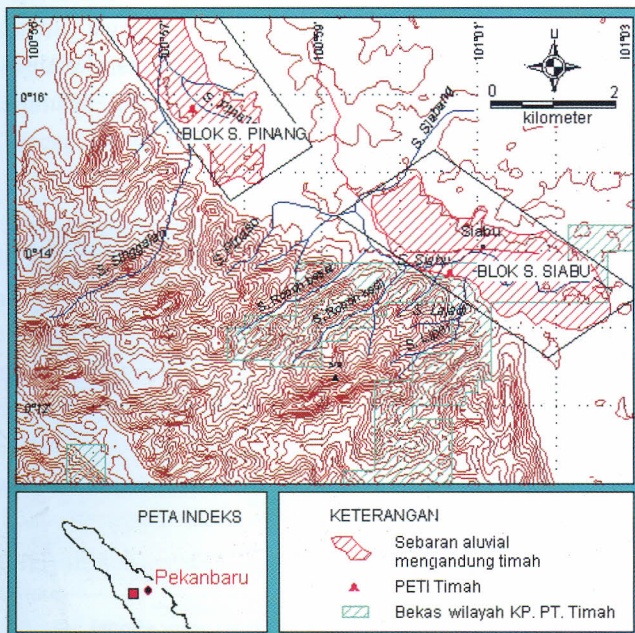
Endapan emas aluvial insitu di hulu Sungai Raya dengan rata-rata ketebalan 1,5 m, jumlah sumber daya tertinggal yang belum ditambang sebesar 4.626.000 m<sup>3</sup> @ 136 mg/m<sup>3</sup>, (Gunradi dan Djunaedi, 2006).

**Wilayah Bekas Tambang Siabu**

Daerah Siabu, merupakan wilayah bekas tambang timah putih, konsesi PT. Timah. Walaupun kegiatan penambangan telah lama diakhiri, akan tetapi upaya untuk



Gambar 6. Kolam bekas tambang timah putih, Siabu, Kampar, Riau (Rohmana dan Tain, 2006)



Gambar 7. Wilayah bekas tambang timah putih, Kampar, Riau (Rohmana dan Tain, 2006)

memanfaatkan cebakan timah putih yang tertinggal masih dilakukan, yaitu dengan melaksanakan eksplorasi di antaranya oleh PT. Oxsalis Subur pada tahun 2005 di Daerah Siabu dan sekitarnya.

Wilayah bekas tambang yang masih menyisakan sebaran endapan aluvial insitu mengandung timah di Blok Siabu, seluas ± 963 Ha, dengan ketebalan endapan aluvial 1 - 4 m, mempunyai jumlah sumber daya tereka timah aluvial 24.070.000 m<sup>3</sup> @ 41,32 gr/m<sup>3</sup>, atau sebesar 994,8 ton kasiterit.

Potensi bahan galian timah tertinggal di Blok S. Pinang, dari endapan aluvial seluas ± 610 Ha, dengan ketebalan endapan aluvial 1 - 3 m, mempunyai jumlah sumber daya tereka aluvial timah 12.200.000 m<sup>3</sup> @ 22,30 gr/m<sup>3</sup>, atau 272,060 ton kasiterit.

**Wilayah Bekas Tambang Kamipang**

Daerah Kamipang merupakan wilayah bekas tambang PT. Ampalit Mas Perdana yang tutup pada tahun 1997. Setelah kegiatan tambang berakhir, dilanjutkan dengan penambangan oleh PETI. Pada tahun 2000 terjadi kerusakan sehingga penambangan sempat terhenti. Pada tahun 2001 kegiatan PETI berlanjut kembali. Penambangan dilakukan terutama pada daerah sekitar Hulu sungai Klaru dan pedataran Hampalit, Kereng Pange, Kecamatan Katingan Hilir.



Gambar 8. Pengolahan tailing tambang emas, Hampalit, Kalteng (Djunaedi dan Putra, 2006)



Gambar 9. Penambangan zirkon pada tailing tambang emas, Sekonyer, Kalteng (Rohmana dan Gunradi, 2006)

### Wilayah Bekas Tambang Sekonyer

Daerah bekas tambang Sekonyer sebelumnya merupakan wilayah pertambangan rakyat dan PETI, yang melakukan kegiatan penambangan dan pengolahan tanpa diikuti dengan upaya reklamasi lahan, sehingga meninggalkan tailing masih dalam keadaan terbuka yang tidak ditimbun dengan tanah penutup. Pada tailing terdapat mineral ikutan bernilai ekonomi, yaitu zirkon, dan masih mengandung emas. Pengolahan tailing untuk mendapatkan kandungan zirkon yang dilakukan oleh masyarakat (Gambar 9) masih menghasilkan juga emas sebagai hasil sampingan (by product).

Luas endapan tailing bekas tambang emas di daerah S. Sekonyer seluas 3.777 Ha, dengan ketebalan 1 - 4 m, mempunyai kandungan sumber daya tereka zirkon tertinggal sebesar 94.425.000 m<sup>3</sup> @ 894,83 gr/m<sup>3</sup> atau 84.494 ton zirkon, dan sumber daya tereka emas tertinggal 94.425.000 m<sup>3</sup> @ 1,986 mg/m<sup>3</sup> atau 187,52 kg logam emas. (Rohmana dan Gunradi, 2006).

### Wilayah Bekas Tambang Salido

Penambangan di Salido oleh masyarakat telah dilakukan pada tahun 1669-1735. Tahun 1837 konsesi pertambangan Salido diserahkan kepada Mining Co. Tambang Salido, tahun 1890 dikembalikan kepada pemerintah setelah dilakukan eksplorasi. Tahun 1910-1911 usaha pertambangan dilakukan oleh Mining Company Salido, yang selanjutnya pada tahun 1913 berpindah kepada Kinandam Sumatra Mining Company. Tahun 1914 tambang mulai berproduksi, dan berakhir pada tahun 1928, tercatat telah menghasilkan 3.004 kg Au dan 169,2 ton Ag.

Mineralisasi di daerah Salido, Desa Tambang kecamatan IV Jurai, berupa urat kuarsa mengisi rekahan batuan andesit-dasit, tuf, dan breksi gunungapi. Sebaran mineralisasi terutama berarah timur laut dan utara. Urat utama Salido berarah N 25° - 30° E dengan kemiringan 75° 80° ke tenggara, maksimum stopping area yang dapat



Gambar 10. Bekas terowongan level tengah di Salido, Pesisir Selatan, Sumatera Barat (Hutamadi dan Usman, 2003)

ditambang sepanjang 450 m dengan lebar 3-4 m. Urat leader N-S berarah N 25° - 30° E dengan kemiringan 75° ke timur, stopping area sepanjang 200 m dan 100 m, ketebalan urat tidak beraturan, dari beberapa sentimeter sampai beberapa meter. Asosiasi mineral pada urat utama berupa kuarsa, Mn-Fe oksida, sulfida, dan selenium. Sumber daya emas yang tertinggal di daerah bekas tambang Belanda di sekitar Salido, Desa Tambang sekitar 1.100.000 ton bijih dan di Gunung Arum sekitar 254.000 ton bijih (Hutamadi dan Usman, 2003).

### DISKUSI DAN KESIMPULAN

Kegiatan pertambangan telah berlangsung di Indonesia dalam kurun waktu yang panjang, lebih dari seribu tahun. Pasang surut kegiatan usaha pertambangan menyebabkan wilayah bekas tambang yang banyak dijumpai di beberapa daerah masih mengandung komoditas bahan galian yang berpotensi diusahakan. Selain itu perkembangan teknologi penambangan dan pengolahan, perubahan harga di pasaran, serta kebutuhan komoditas tertentu yang sebelumnya sama sekali tidak mempunyai nilai ekonomi, menyebabkan bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang yang sebelumnya tidak ekonomis untuk diusahakan menjadi berpotensi ekonomi untuk diusahakan.

Sebaran kegiatan tambang rakyat dan PETI yang dapat dijumpai hampir di seluruh wilayah Indonesia dengan kapasitas sarana penambangan dan pengolahan yang sangat terbatas berpotensi menyisakan bahan galian yang tidak terjangkau proses penambangan/penggalian, serta perolehan pengolahan yang rendah, dan tailing yang dihasilkan cenderung masih mengandung bahan galian berharga.

Bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang dapat berupa komoditas yang sama dengan yang diusahakan saat tambang masih aktif, atau berupa mineral ikutan, dan bahan galian lain yang pada saat tambang masih aktif belum diusahakan.

Pengusahaan bahan galian pada wilayah bekas tambang dapat dengan memanfaatkan kembali prasarana yang telah ada sebelumnya, seperti terowong dan prasarana penunjang yang lainnya. Tailing pada wilayah bekas tambang rakyat dan PETI umumnya masih dibiarkan berada dipermukaan tanpa upaya reklamasi menutup dengan tanah dan tanaman, sehingga pengolahan kembali tailing tersebut dapat dilakukan tanpa proses pengupasan lapisan penutup.

Beberapa wilayah bekas tambang masih berpotensi untuk dikembangkan bahan galian tertinggalnya. Pemberdayaan bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang, sejalan dengan kaidah konservasi dalam upaya untuk mendapatkan manfaat yang optimal dari potensi yang ada.



Gambar 11. Penambangan emas di Cirotan, Lebak, Banten (kanan) saat tambang masih aktif (Priyono, 1968). KP eksplorasi pada wilayah bekas tambang emas Cirotan (kiri) untuk pengusahaan timah hitam (Djunaedi dan Sukaesih, 2007)

## ACUAN

- Djunaedi, E.K., dan Putra, C., 2006. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian pada Wilayah PETI, di Daerah Kamipang, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Djunaedi, E.K., dan Sukaesih, 2007. *Inventarisasi Potensi Bahan Galian pada Wilayah PETI, di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Garwin, S., 1994. *The Geology of the Mesel Gold Deposits and Implication for Ratatotok District Exploration*, Elsevier, Amsterdam
- Gunradi, R., dan Djunaedi, E.K., 2003. *Evaluasi Potensi Bahan Galian pada Bekas Tambang dan Wilayah PETI di Daerah Monterado, Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Hutamadi, R., dan Usman, Z., 2003. *Pemantauan dan Pendataan Bahan Galian pada Bekas Tambang dan Wilayah PETI di Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Keyser, F & Sinay, J.N., 1993. *History of Geoscientific in West Kalimantan, Indonesia, Journal of Australian Geology & Geophysics*, NSW.
- Lahar, H., dan Kamal, S., 2004. *Evaluasi Sumber Daya dan Cadangan Bahan Galian untuk Pertambangan Sekala Kecil di Daerah Lembar Manado*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Priyono., 1968. *Tjikotok Gold Mine*, P.N. Tambang Mas Tjikotok, Tjikotok
- PT. Freeport Indonesia, 2006. *Grasberg. Buku Pendamping Tur 2006*. PT. Freeport Indonesia, Jakarta
- Rohmana dan Gunradi, R., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah PETI, Daerah Kotarawaringin Barat, Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Rohmana dan Tain, Z., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian pada Wilayah PETI Daerah Kampar, Provinsi Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Tain, Z., Suprpto, S.J., dan Suhandi., 2003. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Daerah Belang, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara*, Direktorat, Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Van Leeuwen, T.M., 1994. *25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia*, Elsevier, Amsterdam
- Wahyudi, T., dan Yusuf, R., 2004. *Penambangan dan Pengolahan Emas di Indonesia. Sejarah Pertambangan Emas di Indonesia*, Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung

# POTENSI BAHAN BANGUNAN DI PULAU NIAS UNTUK MENUNJANG PEMBANGUNAN PASCA GEMPA DAN TSUNAMI

Oleh :

**Ganjar Labaik**  
Kelompok Program Penelitian Mineral

## SARI

Sumber daya alam Pulau Nias pasca gempa dan tsunami belum ditambang untuk keperluan kesejahteraan masyarakat. Dengan tidak adanya cukup data atau tidak memadainya data dari sumber daya alam maka pemerintah daerah belum tertarik untuk memanfaatkannya secara optimal.

Berdasarkan hasil penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi bahwa potensi sumber daya alam terdiri atas batugamping, batupasir, pasir dan kerikil dimana daripadanya diperlukan bahan bangunan untuk rehabilitasi dan renovasi infrastruktur pulau tersebut. Apabila berhasil dikelola dapat menciptakan pemulihan kondisi sosial-ekonomi dan yang paling penting meningkatkan pendapatan daerah otonomi.

## ABSTRACT

*Natural resources of Nias Island remained post-disaster of earthquake and tsunami have not been exploited yet for public prosperity. On the other hand there are neither sufficient nor representative data of those resources though the local government seems to be uninterested yet to utilize optimally the resources.*

*Based on investigation result of Center for Geological Resources that those potential resources consist of limestone, sandstone, sand and gravel deposits; from which building materials are needed for rehabilitation and renovation of the islands infrastructures. If utilization of resources is managed successfully, it enable to create recovery of social-economic condition and most importantly to increase autonomous income.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bencana alam akhir-akhir ini terjadi secara beruntun di P. Nias dan sekitarnya, dimulai dari gempa bumi yang kemudian memicu gelombang tsunami telah mendapat banyak sorotan dari segenap lapisan masyarakat dunia. Tidak saja dalam konteks keprihatinan atas penderitaan yang dialami oleh masyarakat yang mengalaminya langsung akibat dari bencana tersebut, tetapi juga ada upaya untuk merehabilitasi dan mengembalikan sekaligus membangun kembali jaringan infrastruktur yang hancur akibat bencana tersebut.

Kekayaan alam yang terdapat di P. Nias selama ini belum banyak tersentuh apalagi dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. Perhatian pemerintah untuk memanfaatkannya sebagai sumber pertumbuhan ekonomi masih terbilang relatif kecil.

Dari berbagai pendapat yang berkaitan dengan hal tersebut yang selama ini berkembang salah satu faktornya adalah kurangnya mendapat perhatian dari berbagai pihak untuk mengembangkan potensi yang ada.

Pendapat tersebut antara lain menunjukkan bahwa P. Nias dan pulau-pulau sekitarnya merupakan kawasan yang rentan terhadap bencana alam, kawasan yang terisolasi dan terbelakang, serta rawan terhadap gangguan keamanan.

Padaحال pengembangan kawasan P. Nias akan mendatangkan manfaat antara lain : secara ekonomi, potensi sumberdaya alam cukup besar sehingga jika pulau tersebut berhasil dikembangkan secara optimal, maka akan menjadi sumber Pendapatan Asli Daerah, dan secara sosial pengembangan kawasan tersebut akan dapat mengurangi dampak kesenjangan pembangunan antar wilayah.

### 1.2. Maksud dan Tujuan

Kekayaan alam yang terkandung di P. Nias belum banyak dimanfaatkan secara optimum untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat. Perhatian pemerintah untuk memanfaatkan kekayaan alamnya sebagai sumber pertumbuhan ekonomi masih terbilang relatif kecil.

Tulisan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi bahan bangunan yang terdapat di P. Nias yang dapat dimanfaatkan untuk membangun kembali infrastruktur yang porak poranda akibat bencana alam berupa gempa bumi dan tsunami pada akhir tahun 2004

yang lalu, sehingga pada gilirannya dapat meningkatkan tarap hidup masyarakat. Selain itu dengan informasi tersebut diharapkan dapat mendorong peran aktif pihak swasta ataupun investor lainnya untuk menanamkan investasi di P. Nias pada bidang usaha tertentu yang dapat menguntungkan semua pihak.

**1.3. Lokasi Daerah Penyelidikan**

Pulau Nias dan kepulauan sekitarnya secara administratif termasuk kedalam wilayah Provinsi Sumatera Utara. Pulau ini terbagi menjadi dua Kabupaten, yaitu Kab. Nias dan Kab. Nias Selatan.

Secara geografis daerah penyelidikan dibatasi oleh koordinat sebagai berikut : Kabupaten Nias, berada pada koordinat diantara : 97O55'30" -98O42'30" Bujur Timur dan 2O50'30" - 3O18'30" Lintang Utara, serta Kabupaten Nias Selatan berada diantara koordinat : 98O35'30" BT - 99O39'30" Bujur Timur dan 2O37'30" - 3O19'30" Lintang Utara (gambar 1).

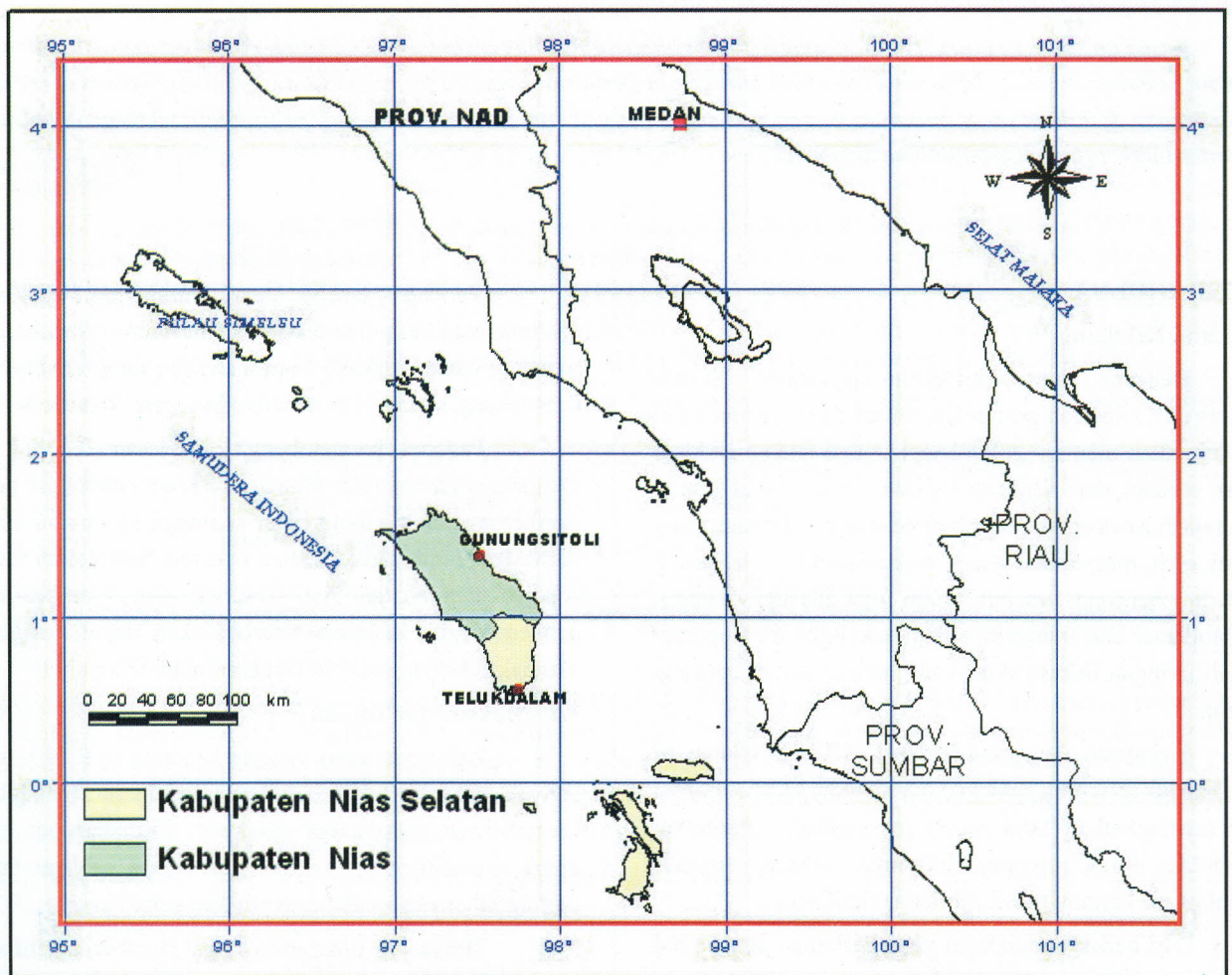
Dengan luas areal mencapai ± 5.625 km<sup>2</sup>, Kepulauan Nias terdiri dari 132 pulau besar dan pulau kecil, dimana pulau yang berpenghuni sebanyak 33 buah dan yang tidak 99 buah, dengan jumlah penduduk yang menetap di P. Nias sebanyak 678.347 jiwa. Data tahun 2004 menunjukkan 56,99% penduduk Nias masih tergolong miskin. Hal ini menunjukkan bahwa P. Nias sangat terisolir dan kurangnya mendapat perhatian dari pemerintah.

**2. PEMBAHASAN**

**2.1. Geologi Daerah Penyelidikan**

**2.1.1. Morfologi**

Berdasarkan kenampakan bentang alam dan peta topografi daerah Pulau Nias dan sekitarnya, morfologi daerah penyelidikan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu satuan morfologi dataran rendah bergelombang dan satuan morfologi perbukitan.



Gambar 1. Lokasi Penyelidikan Bahan Bangunan di Kab. Nias dan Nias Selatan, Provinsi Sumatera Utara

**Morfologi Dataran Rendah Bergelombang**

Satuan morfologi ini terdapat di sebelah utara dan barat daya daerah penyelidikan dan menempati hampir 45% dari luas areal P. Nias, dengan ketinggian dari 45 - 100 meter dari permukaan laut. Batuan penyusunnya terdiri dari lempung, napal dan batu pasir serta endapan aluvium.

Lokasi satuan morfologi dataran rendah bergelombang ini terutama mencakup beberapa daerah, diantaranya: daerah Sitoluari, Lahewa, Lotu, Lahusa, Orahili, dan Hilimbowo.

**Morfologi Perbukitan**

Satuan ini menempati sebelah selatan dan tenggara wilayah penyelidikan, menempati hampir 55 % dari luas areal P. Nias dengan ketinggian 75-800 meter dari permukaan laut. Morfologinya membentuk bukit-bukit yang memanjang, sedangkan batuan penyusun dari satuan morfologi ini umumnya adalah batugamping dan batupasir graywacke dari Komplek Bancuh.

**2.1.2. Stratigrafi**

Satuan stratigrafi daerah penyelidikan berdasarkan

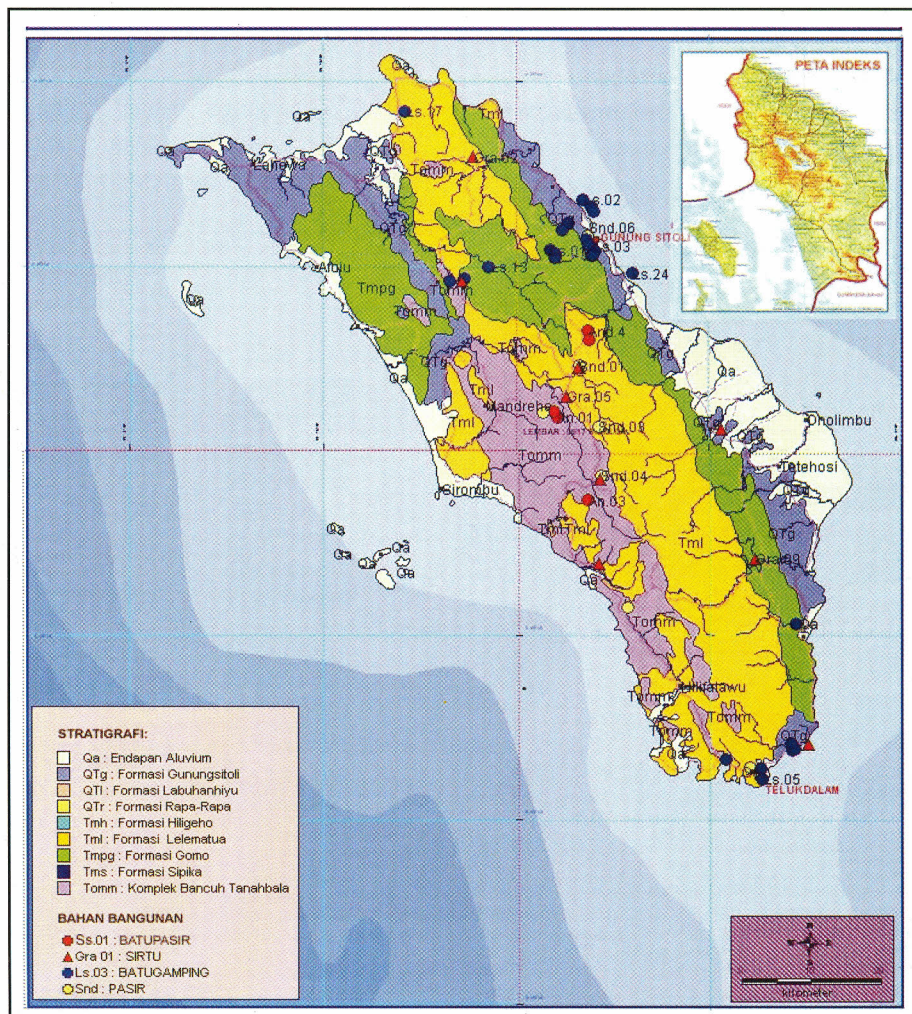
Peta Geologi Lembar Nias, (Djamal, B. dkk, 1994) dan Lembar Telo, (Nas, D.S. dan Supandjono, J.B. 1995), skala 1 : 250.000, PPPG Bandung, (Gambar 2). tersusun oleh formasi batuan yang berurutan dari muda ke tua sebagai berikut.

**Aluvium (Qa):**

Satuan ini berupa endapan sungai, rawa dan pantai yang terdiri dari bongkahan batugamping, lempung, lanau, pasir lepas, kerikil, lumpur dan sisipan gambut yang ditemukan juga di muara sungai. Satuan yang masih aktif proses pengendapannya ini berumur Kuartar.

**Formasi Gunungsitoli (Qtg):**

Batuan penyusun Formasi Gunungsitoli terdiri dari batugamping terumbu, batugamping lanauan, batupasir gampingan, batupasir kuarsa halus gampingan, napal dan batulempung pasiran. Belapis baik dan terlipat lemah. Formasi ini berumur Plio-Plistosen, terendapkan di wilayah laut dangkal. Formasi ini menutupi tak selaras Formasi Gomo dan Formasi Lelemtua. Tebal formasi ini diduga sekitar 120 m.



Gambar 2. Peta Geologi dan Lokasi Keterdapatn Bahan Bangunan di P. Nias, Prov. Sumatera Utara

**Formasi Gomo (Tmpg) :**

Batuan penyusun Formasi Gomo terdiri dari batulempung, napal, batupasir dan batugamping, bersisipan napal tufan, tuf dan gambut, berlapis baik dan terlipat kuat. Umumnya berstruktur sedimen pelapisan sejajar/paralel lamination. Ditemukan juga fosil foraminifera, plankton dan foraminifera bentonis yang diendapkan pada lingkungan sub Litoral-Batial, berumur Miosen Tengah-Pliosen. Tebal formasi ini berkisar antara 1.250 meter dan 2.500 meter.

**Formasi Lelematua (Tml) :**

Batuan penyusun Formasi Lelematua terdiri dari perselingan batupasir, batulempung, dan batulanau, konglomerat dan tuf; bersisipan tipis batubara dan serpih; berlapis baik dan terlipat kuat. Umumnya berstruktur sedimen pelapisan sejajar. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan sub litoral-neritik luar. Formasi ini menutupi tak selaras kompleks Bancuh. Tebal formasi ini diduga sekitar 2.000 m. Umurnya Miosen awal-Miosen akhir.

**Komplek Bancuh (Tomm) :**

Komplek Bancuh merupakan batuan tertua di daerah penyelidikan, terdiri dari bongkahan berbagai jenis dan ukuran batuan. Batuan penyusunnya terdiri dari peridotit, gabro terserpentinkan, serpentinit, basal, sekis, serpih, konglomerat, breksi, batugamping, betupasir, dan rijang. Banyak dijumpai urat-urat kalsit dan kuarsa. Kompleks ini bersentuhan secara tektonik dengan Formasi Lelematua yang berumur Miosen Awal Miosen Akhir.

Berdasarkan posisi stratigrafinya, ditafsirkan terbentuk pada Oligosen awal Miosen Awal.

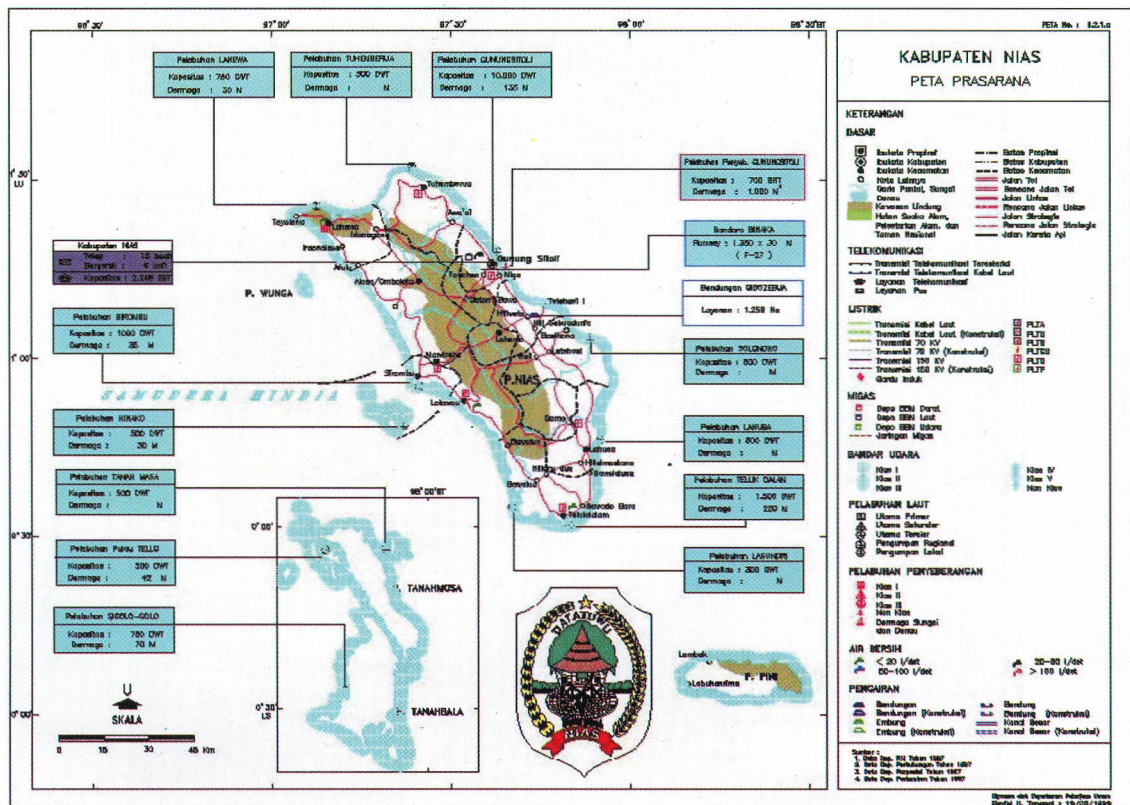
**Komplek Bancuh (Tomm) :**

Komplek Bancuh merupakan batuan tertua di daerah penyelidikan, terdiri dari bongkahan berbagai jenis dan ukuran batuan. Batuan penyusunnya terdiri dari peridotit, gabro terserpentinkan, serpentinit, basal, sekis, serpih, konglomerat, breksi, batugamping, betupasir, dan rijang. Banyak dijumpai urat-urat kalsit dan kuarsa. Kompleks ini bersentuhan secara tektonik dengan Formasi Lelematua yang berumur Miosen Awal Miosen Akhir. Berdasarkan posisi stratigrafinya, ditafsirkan terbentuk pada Oligosen awal Miosen Awal.

**2.2. Bahan Galian**

Setelah kejadian bencana alam berupa gempa bumi dan tsunami di P. Nias, upaya penanganannya yang harus segera dilakukan adalah tindakan tanggap darurat, rehabilitasi, rekonstruksi, pencegahan, mitigasi dan kesiap siagaan.

Untuk proses rehabilitasi dan rekonstruksi, terutama untuk fasilitas pembangunan fisik (Gambar 3) akibat bencana alam tersebut, perlu adanya ketersediaan bahan bangunan yang memadai. Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan Pusat Sumber Daya Geologi, daerah ini memiliki beberapa bahan galian bangunan yang bisa menopang kegiatan tersebut diantaranya ; batugamping, batupasir, pasir dan sirtu (Martua Raja, dkk., 2006).



Gambar 3 Peta Prasarana Kab. Nias dan Nias Selatan yang perlu mendapat perhatian pembangunan paska bencana alam.



## Batugamping

Batugamping merupakan batuan sedimen karbonat yang terdapat di P. Nias sebarannya cukup luas. Secara megaskopis, bahan tambang batugamping ini berwarna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga kuning kehitaman.

Berdasarkan determinasi bahan tambang, batugamping ini merupakan salah satu bahan galian industri yang sangat banyak kegunaannya, diantaranya bisa dipakai untuk bahan bangunan.

Analisa petrografi menunjukkan batugamping bioklastik, berstruktur oolitik, berbutir sangat halus hingga 0,10 mm, tersusun oleh 90% karbonat dan 10% kalsit. Berdasarkan analisa kimia mengandung 49,4554 % CaO; 0,362,09 % MgO dan 0,201,31 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Lokasi batugamping ini sebagian besar berada disepanjang jalan di pantai Timar Pulau Nias, bagian Utara daerah penyelidikan yaitu di Kecamatan Lahewa dan sekitarnya, Kecamatan Alasa, Kecamatan Gunungsitoli, Kecamatan Hiliduho, dan dibagian Selatan daerah penyelidikan yaitu Kecamatan Teluk Dalam.

Umumnya batugamping di daerah penyelidikan adalah batugamping terumbu dari Formasi Gunungsitoli, berwarna putih-kuning, kecoklatan, pejal dan keras. Di Kecamatan Hiliduho dan Kecamatan Teluk Dalam terdapat sebagian batugamping yang sudah berubah menjadi batugamping kristalin.

Sebagian besar batugamping sudah ditambang masyarakat untuk dipakai sebagai bahan bangunan seperti : pondasi jalan, split, batubelah untuk bangunan dan jembatan (Foto 1)..

Lokasi endapan batugamping ini pada umumnya merupakan daerah perbukitan yang berelief curam dan terjal dan di beberapa tempat memperlihatkan perbukitan memanjang dengan morfologi bergelombang.

Potensi endapan batugamping Kabupaten Nias mempunyai luas sebaran 750 ha dengan jumlah sumber daya tereka 572.000.000 ton dan Kabupaten Nias Selatan mempunyai luas sebaran 350 ha dengan jumlah sumber daya tereka 299.000.000 ton.

## Pasir

Bahan galian bangunan ini dijumpai di Desa Hiliuse, Kec. Lelepitumoi, Desa Lelejirugi, Kec. Mandrehe, Desa Hilibadolu, Kec. Lolowau, Desa Balelowutani dan Desa Teluk Dalam, Kec. Teluk Dalam dan Desa Tumori, Kec. Gunungsitoli, umumnya berwarna kuning-kecoklatan, abu-abu kehitaman, berbutir halus sampai kasar, dan mudah diremas.

Petrografi batuan ini memperlihatkan tekstur klastik berbutir halus hingga 0,20 mm, bentuk butir membulat

tanggung - menyudut tanggung, kemas terbuka, terpilah sedang, tersusun oleh butiran kuarsa, felspar, mineral opak, yang tersemenkan oleh muskovit, biotit dan klorit

Pasir yang terdapat di P. Nias sebagian besar sudah ditambang oleh penduduk setempat dan dipakai sebagai bahan bangunan, baik secara manual menggunakan skup dan cangkul maupun memakai alat-alat berat memakai escavator. Selain untuk dipakai sendiri untuk membangun atau memperbaiki rumahnya yang rusak akibat bencana alam, batuan ini juga dijual kepada umum oleh pengusaha penambang pasir (Foto 2).

## Batupasir

Batupasir yang dijumpai dilapangan berupa batupasir metasedimen yang sangat keras, ditemukan di Desa Lelegohi dan Desa Tuhemberua, Kec. Mandrehe, Desa Tesigoro, Kec. Lolowau, Desa Puloloi, Kec. Hilisrangkai dan Desa Lelepose, Kec. Hiliduho, umumnya berwarna abu-abu, kehitaman, keras dan kompak (foto 3).

Dibawah mikroskop batuan ini adalah batupasir graywacke, bertekstur klastik, berbutir halus hingga 0,15-0,20 mm, bentuk butir membulat tanggung-menyudut tanggung, kemas terbuka, terpilah sedang. Batuan tersebut tersusun oleh butiran kuarsa : 52-75%, felspar : 5%, mineral opak : 5%, klorit : 8%, serisit : 20%, muskopit : 5%, kalsit 10% dan mineral kriptokristalin :5-10%

Lokasi batupasir pada umumnya merupakan daerah perbukitan seperti yang terlihat di Kecamatan Mandrehe di mana batupasir di Desa Lelegohi dan Desa Tuhemberua merupakan satu perbukitan, yaitu Bukit Somomo, di lokasi ini batupasir sebagian sudah digali oleh penduduk setempat dipakai untuk pondasi. Di Desa Puloloi dan Desa Lelepose, batupasir sudah ditutupi oleh tanah penutup yang cukup tebal.

Berdasarkan hasil analisa fisik di Laboratorium, batupasir ini memiliki kuat tekan 804,79 861,63 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian batuan ini bisa dimanfaatkan untuk konstruksi ringan. Potensi endapan batupasir Kabupaten Nias mempunyai luas sebaran 500 ha dengan jumlah sumber daya tereka 448.000.000 ton.

## Sirtu

Sirtu merupakan bahan galian hasil rombakan yang telah mengalami transportasi dan diendapan disungai yang terdiri dari pasir, kerikil dan batu berbagai jenis dan ukuran diantaranya adalah batuan basal dan serpentinit.

Di daerah penyelidikan bahan galian sirtu tersebut terdapat di 10 lokasi yang tersebar di kelokan sungai atau didataran aluvial. Di beberapa lokasi endapan sirtu ini sudah ditambang dengan menggunakan alat berat, dipakai untuk bahan bangunan dan pengeras jalan. Di beberapa lokasi yang dijumpai, penduduk setempat mengumpulkan bongkahan

batuan dari hasil endapan sungai ini untuk dijadikan split dan dipakai untuk keperluan pengerasan jalan, jembatan dan pondasi bangunan.

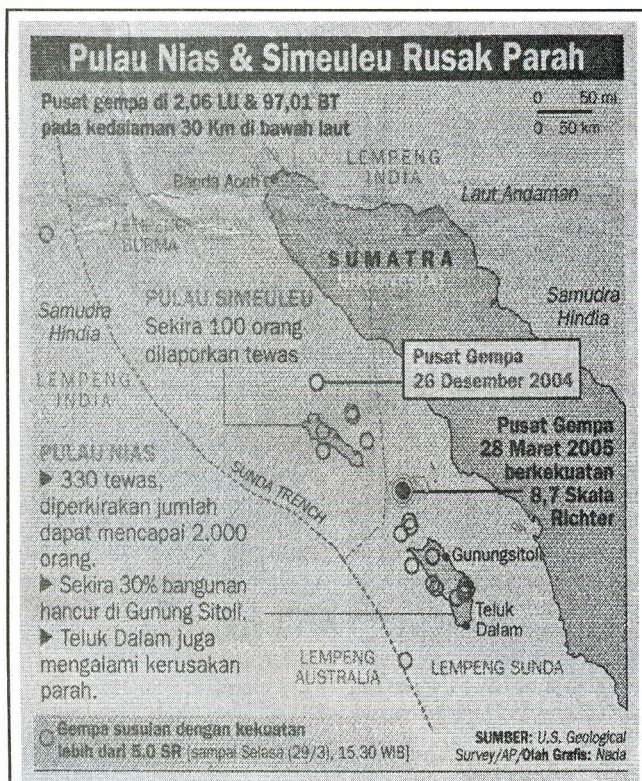
Berdasarkan hasil perhitungan ketebalan sirtu, lebar dan panjang sungai tempat lokasi sirtu berdasarkan titik lokasi pengamatan dilapangan, luas sebarannya ± 25 ha dengan jumlah sumber daya tereka 1.000.000 ton.

**3. DISKUSI**

Setelah diguncang bencana alam berupa gempa bumi dan datangnya gelombang tsunami yang telah menghancurkan infra struktur di P. Nias dan sekitarnya, perlu segera dilakukan proses rehabilitasi dan rekonstruksi, terutama masalah yang menyangkut fasilitas pembangunan fisik (Foto 4).

Dari hasil penyelidikan yang telah dilakukan, daerah ini memiliki beberapa bahan galian bangunan yang cukup potensial dan bisa dimanfaatkan untuk menopang kegiatan tersebut, diantaranya adalah; batugamping, batupasir, pasir dan sirtu.

Pemanfaatan bahan bangunan tersebut bisa untuk membangun rumah, pertokoan, perkantoran, jalan, jembatan dan fasilitas lainnya. Namun yang perlu diperhatikan adalah saat perencanaannya pembangunan fasilitas tersebut, mengingat P. Nias merupakan kepulauan busur dalam (inner island arc) yang berada pada jalur tumbukan dua lempeng di bagian sisi sebelah barat Sumatera yang terus bergerak/geser ke arah kanan (dextral strike slip fault) yang merupakan daerah rawan terhadap bencana alam (gambar 4).



Gambar 4. Posisi P. Nias yang rawan terhadap bencana

Dengan demikian selain kualitas bahan bangunan yang memadai, juga jenis konstruksi bangunannya itu sendiri yang harus bisa tahan terhadap guncangan gempa untuk menghindari jatuhnya korban seperti akhir-akhir ini..

Untuk penyediaan bahan bangunan di P. Nias, sebenarnya tidaklah terlalu sulit untuk dijangkau, karena lokasinya dekat dengan jalan atau bahkan dilewati jalan. Permasalahannya adalah karena di P. Nias sampai dengan saat ini masih kekurangan Sumberdaya Manusia yang tersedia dan sarana transportasi menuju pulau tersebut masih kurang.

Dengan adanya data-data bahan galian bangunan tersebut paling tidak dapat mempermudah untuk pencarian atau pengadaan bahan baku untuk proses pembangunan sarana fisik di P. Nias dan sekitarnya.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

**4.1. Kesimpulan**

Untuk pembangunan akibat bencana alam gempa bumi dan tsunami di P. Nias perlu adanya informasi mengenai lokasi keterdapatan dan jenis bahan bangunan serta kualitas dan kuantitasnya yang memadai. Berdasarkan hasil penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi, daerah ini memiliki beberapa bahan galian bangunan diantaranya;

Batugamping, potensi endapan batugamping Kabupaten Nias mempunyai luas sebaran 750 ha dengan jumlah sumber daya tereka 572.000.000 ton dan Kabupaten Nias Selatan mempunyai luas sebaran 350 ha dengan jumlah sumber daya tereka 299.000.000 ton. Batuan ini sebagian telah dimanfaatkan untuk fondasi jalan, bangunan dan jembatan.

Pasir, Sebaran pasir tersebar di 7 lokasi. luas sebaran 85 ha dengan jumlah sumber daya tereka 14.200.000 ton.

Batupasir, Potensi endapan batupasir Kabupaten Nias mempunyai luas sebaran 500 ha dengan jumlah sumber daya tereka 448.000.000 ton. Berdasarkan hasil analisa fisik di Laboratorium memiliki kuat tekan 804,79 861,63 kg/cm2 Batuan ini sebagian telah dimanfaatkan untuk fondasi jalan, bangunan dan jembatan.

Sirtu, Menempati di kelokan sungai-sungai dan pedataran aluvial dengan luas sebarannya ± 25 ha serta jumlah sumber daya tereka sebesar 1.000.000 ton.

**4.2. Saran**

Guncangan gempa yang besar di P. Nias dan sepanjang pantai barat Sumatera, telah mengakibatkan rusaknya segala fasilitas perumahan penduduk, gedung-gedung, jalan, jembatan, pertokoan dan infrastruktur lainnya. Karena itu perlu adanya perencanaan desain bangunan tahan gempa baik dengan beton maupun kayu untuk segera digalakkan dengan mengadopsi bangunan tradisional setempat. Dan untuk hal itu perlu memanfaatkan potensi sumberdaya alam dalam hal

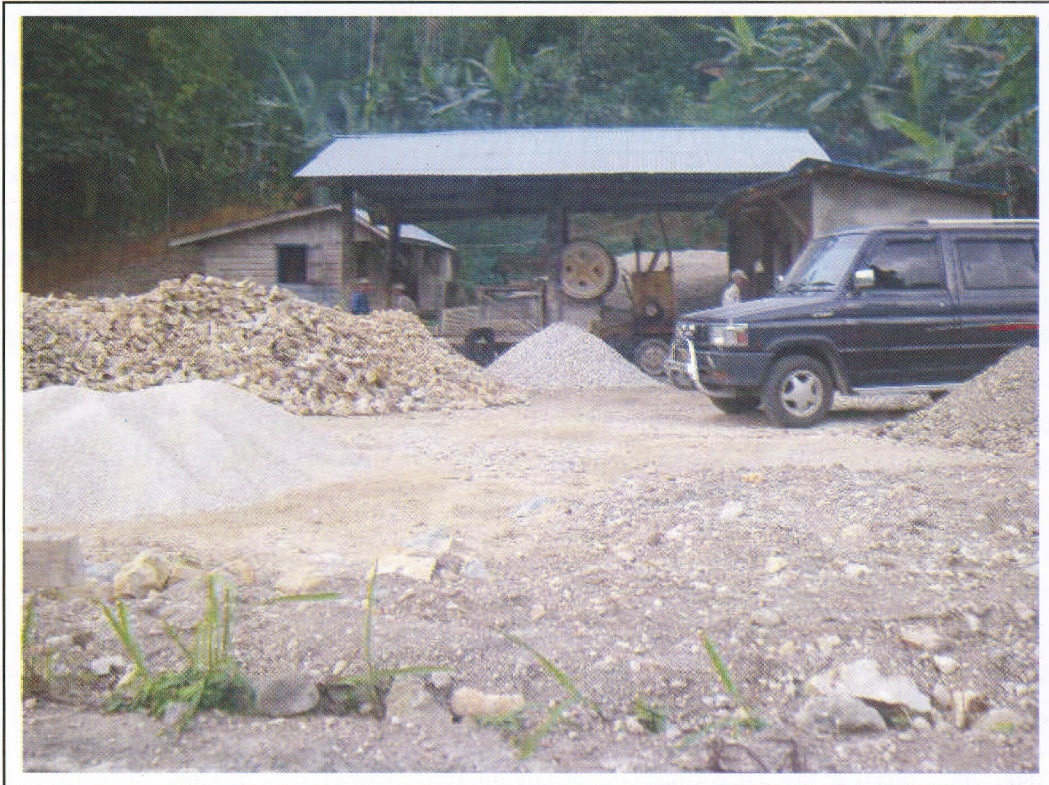


Foto 1. Tempat penggilingan batugamping menjadi kerikil (split) di lokasi sekitar Ds. Alasa dan Gunungsitoli.



Foto 2. Lokasi penambangan pasir untuk bahan bangunan di Desa Onowombo, Kec. Teiliduhu, Kab. Nias

ini potensi bahan bangunan yang terdapat dilokasi tersebut termasuk pelepasan tiga daerah prospek, yaitu Limpoga, yang cukup potensial dengan melibatkan penduduk setempat.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang keberadaan bahan bangunan itu perlu diselidiki lebih rinci agar kualitas dan kuantitasnya lebih meyakinkan. Sehingga pihak yang berkepentingan akan lebih mudah mengaksesnya sekaligus memanfaatkannya.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang tiada hingganya kepada:

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi yang telah memberikan kesempatan melaksanakan penyelidikan di daerah

Kabupaten Nias dan Nias Selatan, Provinsi Sumatera Utara,

Kepala Dinas Pertambangan dan Energi Sumatera Utara yang telah membantu dalam kelancaran penyelidikan di P. Nias,

Bupati Kab. Nias dan Nias Selatan yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penyelidikan di P. Nias,

Terakhir penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Martua Raja, Ir. Herry Rodiana Eddy dan rekan lainnya di Kelompok Program Penelitian Mineral yang telah memberikan dukungan dan bantuannya sehingga makalah ini dapat terselesaikan.

Semoga segala amal baik semua pihak mendapat imbalan dari Allah SWT., amien.

## ACUAN

- Djamal, B. dkk, 1994, Peta Geologi Lembar Nias, Sumatera, skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Martua Raja P., dkk., 2006, *Inventarisasi dan Evaluasi Bahan Galian Non Logam di Kab. Nias dan Nias Selatan, Prov. Sumatera Utara*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Nas, D.S. dan Supandjono, J.B. 1995, Peta Geologi Lembar Telo, Sumatera, skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Suud, A.F., 2000, Potensi Bahan Galian Industri Di Sumatera Utara, Departemen Pertambangan Dan Energi, Kanwil SUMUT, Medan.



Foto 3. Singkapan batupasir yang telah ditambang rakyat di kaki Gunung Semomo di Kab. Nias Selatan



Foto 4. Lokasi perumahan yang hancur akibat guncangan gempa dan tsunami di Kota Nias, Kab. Nias, Sumut.

## KAJIAN AWAL SUMBER DAYA BATUBARA DAN NISBAH PENGUPASAN (STRIPPING RATIO), DI PULAU NIAS - PROVINSI SUMATERA UTARA

Oleh :

**Robert Lumban Tobing**

Kelompok Program Penelitian Energi Fosil, Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Pulau Nias terletak di Samudera Hindia dan berada di bagian Baratdaya Propinsi Sumatera Utara. Daerah ini memiliki sumber daya batubara yang terkandung dalam Formasi Lelematua berumur Miosen Awal Pliosen Bawah dan dalam Formasi Gomo yang berumur Miosen Tengah Pliosen Bawah. Singkapan batubara dari kedua formasi ditemukan masing-masing di Blok Alooa dan Blok Muzoi.

Berdasarkan perhitungan sumber daya batubara daerah kajian, sumber daya batubara Formasi Lelematua pada kedalaman 0-100 meter adalah sebesar 950.671 ton dengan nisbah pengupasan berkisar 28-40, sedangkan pada kedalaman 100-500 meter teridentifikasi sumber daya batubara sebesar 3.870.351 ton.

Pada Formasi Gomo besar/jumlah sumber daya batubara pada kedalaman 0-100 meter adalah 8.707.353 ton dengan nisbah pengupasan berkisar 21-95, sementara pada kedalaman 100-500 meter teridentifikasi sumber daya batubara sebesar 26.920.070 ton.

**Kata Kunci :** Batubara, Sumber daya, Nisbah Pengupasan

### ABSTRACT

*Nias Island is located at Indian Ocean and situated in North Sumatera Province. There are coal resources within the Lelematua Formation of Early Miocene Early Pliocene and Gomo Formation of Middle Miocene Late Pliocene. Both outcrops was discovered respectively at Alooa Block and Muzoi Block.*

*Based on calculation of coal resources that the coal within Lelematua Formation is included in an hypothetic category with a total amount of 950,671 tonnes on a stripping ratio of about 28-40, at depths of 0-100 meters. While at depths of 100-500 meters, it has an hypothetic coal resource of about 3,870,351 tonnes.*

*Calculation of coal resources within Gomo Formation identifies an hypothetic resource of about 3,707,353 tonnes at depths of 0-100 meters, on stripping ratio of about 21-95. While at depths of 100-500 meters, it has coal resource of approximately 26,920,070 tonnes.*

**Keywords :** Coal, Resources, Stripping Ratio (SR)

### PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin tingginya harga minyak dan gas bumi di pasaran dunia, berbagai kalangan industri mulai beralih menggunakan batubara sebagai sumber energi, misalnya PLTU, industri semen dan industri tekstil. Dengan mempertimbangkan tingginya konsumsi akan komoditi tersebut, maka sudah selayaknya dilakukan kajian-kajian sumber daya batubara di berbagai daerah /cekungan batubara di Indonesia, mengingat nilai keekonomiannya yang semakin kompetitif pada saat ini.

Berdasarkan studi literatur yang mengacu pada Peta Geologi Lembar Nias-Sumatera (Djamal dkk., 1994), Pulau Nias memiliki sumber daya batubara yang signifikan sehingga layak untuk dijadikan obyek kajian. Secara administratif pemerintahan, Pulau Nias termasuk dalam Kabupaten Tapanuli Tengah, Provinsi Sumatera Utara. Daerah kajian dapat di capai dengan penerbangan melalui ibu

kota provinsi tersebut atau dengan kendaraan laut melalui pelabuhan Sibolga.

Maksud tulisan ini adalah untuk menyajikan besarnya sumber daya batubara pada kedalaman 0-500 meter di bawah permukaan dan besarnya nisbah pengupasan pada lapisan batubara Formasi Lelematua dan Formasi Gomo Pulau Nias. Sementara itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk mengetahui besarnya sumberdaya batubara pada kedalaman 0-100 meter dan nisbah pengupasan untuk penambangan terbuka, serta besarnya sumber daya batubara pada kedalaman 100-500 meter bila akan diusahakan untuk teknik penambangan bawah tanah.

Menurut Fatimah (2006), ketebalan lapisan batubara yang layak ditambang dengan teknik penambangan bawah tanah berkisar antara 2 dan 4 meter. Batubara dengan ketebalan kurang dari 2 meter belum layak dikembangkan untuk saat ini ditinjau dari segi ekonominya. Sedangkan

batubara dengan ketebalan lebih dari 4 meter masih sulit dilakukan disebabkan oleh sifat fisik batubara yang memperlihatkan banyak kekar dan mudah patah/hancur sehingga dikhawatirkan terjadi runtuh pada saat penambangan. Dengan pertimbangan tersebut, penyanggaan yang digunakan saat ini hanya diperuntukkan pada lapisan batubara dengan ketebalan 24 meter.

Kemiringan lapisan batubara untuk penambangan terbuka umumnya tidak mempunyai batasan tetapi tergantung pada nisbah pengupasan (stripping ratio) lapisan tanah penutup (overburden). Untuk saat ini, nilai nisbah pengupasan yang disarankan berkisar 7~10 untuk batubara uap dan untuk batubara metalurgi berkisar 12~15 (NEDO, 2003). Sedangkan untuk tambang bawah tanah kemiringan lapisan yang ideal adalah 12° sampai 20° (Fatimah, 2006). Hal ini dikaitkan dengan kemampuan peralatan operasional didalam tambang, kemampuan alat mangangkut batubara menuju permukaan (stock pile), serta pertimbangan terhadap keamanan tambang.

Namun untuk kepentingan kajian ini, penulis tidak membatasi ketebalan dan kemiringan lapisan batubara dengan asumsi bahwa nilai ekonomis endapan batubara untuk ditambang tergantung kepada teknologi pada saat itu.

## METODOLOGI

Metodologi kajian meliputi pengamatan terhadap singkapan-singkapan, pemerian, pengukuran ketebalan, pengukuran arah jurus dan kemiringan serta pengambilan contoh batubara. Data-data singkapan yang di dapat akan diplot ke peta dasar/ topografi skala 1 : 50.000.

Sumber daya batubara dihitung berdasarkan data singkapan yang dapat diukur. Penghitungan sumberdaya batubara mengacu pada Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara Standar Nasional Indonesia (SNI) Amandemen I SNI No. 13-5014-1998, Badan Standarisasi Nasional-BSN.

Perhitungan sumber daya batubara daerah kajian dibagi dalam 2 (dua) Blok yaitu Blok Alooa (Formasi Lelematua) dan Blok Muzoi (Formasi Gomo). Dalam perhitungan sumberdaya batubara dibatasi oleh :

- Penyebaran ke arah jurus (panjang) satu lapisan berdasarkan singkapan yang dapat dikorelasikan sejauh 1.000 meter dari singkapan terakhir.
- Penyebaran ke arah kemiringan (lebar) lapisan dibatasi sampai kedalaman 500 meter dihitung tegaklurus dari permukaan singkapan, sehingga lebar singkapan adalah :  

$$L = 500 / \sin \theta$$
, dimana  $\theta$  adalah sudut kemiringan lapisan batubara.
- Tebal lapisan adalah tebal rata-rata batubara yang termasuk dalam lapisan tersebut.

- Berat Jenis adalah berat Jenis rata-rata yaitu 1,30
- Sumber daya batubara dihitung dengan rumus :  

$$\text{Sumber daya} = \{[\text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)}] \times \text{Berat jenis (ton/m}^3)\}$$
- Perhitungan nisbah pengupasan menggunakan metoda penampang (Gambar 1).

## GEOLOGI UMUM

Menurut Djamal dkk.(1994), stratigrafi umum Pulau Nias diawali dengan terbentuknya batuan dari Kompleks Bancuh berumur OligosenMiosen Awal. Formasi ini tersebar hampir di sepanjang bagian barat laut daerah kajian. Secara tidak selaras diatas Kompleks Bancuh diendapkan batuan sedimen Formasi Lelematua berumur Miosen Awal-Pliosen Bawah dalam lingkungan sublitoral-neritik luar. Penyebaran Formasi Lelematua umumnya berada di bagian tengah Pulau Nias, memanjang pada arah Barat laut-Tenggara searah dengan daratan Pulau Nias. Pada bagian atas Formasi Lelematua menjemari dengan Formasi Gomo. Penyebaran Formasi Gomo sebagian besar berada di bagian timur laut Pulau Nias dan memanjang searah barat laut-tenggara. Bagian atas Formasi Gomo ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Gunung Sitoli yang berumur Plio-Plistosen. Sebaran Formasi Gunung Sitoli sebagian besar berada pada sisi terluar Pulau Nias yakni dibagian timur laut. Litologi Formasi Gunung Sitoli sebagian besar terdiri atas batugamping. Kegiatan selama Holosen lebih didominasi oleh endapan permukaan berupa endapan aluvium yang umumnya berupa endapan rawa dan pantai, terdiri atas bongkahan batugamping, pasir, lumpur dan lempung dengan ketebalan sekitar 2-5 meter (Gambar 2).

Berdasarkan Mandala Geologi Pulau Sumatera (Djamal dkk., 1994), daerah kajian termasuk ke dalam zona akresi yang membentang arah barat laut-tenggara. Struktur geologi Pulau Nias berupa lipatan, sesar dan kelurusan dengan arah umum barat laut-tenggara. Unsur lipatan baik antiklin maupun sinklin sebagian berarah barat laut dan tenggara. Struktur sesar terdiri atas sesar naik yang sejajar dengan lipatan, kemiringan lipatan ke arah timur sekitar 30°-40°. Pada beberapa tempat sesar-sesar ini merupakan bidang kontak antara Kompleks Bancuh dengan batuan sedimen yang lebih muda. Sebagian dari sesar naik dan lipatan yang terjadi kemudian terpotong oleh sesar-sesar mendatar dan sesar normal. Kelurusan sesar terjadi pada batuan berumur Tersier yang mempunyai arah barat laut-tenggara.

Secara umum morfologi Pulau Nias merupakan daerah dataran rendah, perbukitan bergelombang lemah hingga terjal dengan ketinggian mencapai 500 meter diatas permukaan laut. Satuan morfologi dataran rendah di mulai dari garis pantai hingga 5 (lima) km kearah

perkampungan/daratan. Dataran rendah ini tersusun dari endapan aluvium, endapan pantai dan endapan gamping yang berasal dari Formasi Gunung Sitoli. Morfologi perbukitan bergelombang lemah sampai sedang umumnya tersusun atas batugamping, batupasir dan batulempung yang berasal dari Formasi Gomo. Morfologi perbukitan terjal terdiri atas susunan batuan dari Formasi Lelematua. Arah perbukitan umumnya relatif baratlaut-tenggara atau hampir searah dengan kedudukan Pulau Nias. Pola aliran sungai di daerah timur umumnya sub paralel-paralel, sedangkan pada bagian utara berupa sub dendritik. Tingkat erosi sungai berada pada stadium muda dewasa.

## HASIL KAJIAN

Berdasarkan pengamatan data-data singkapan batubara di lapangan, endapan batubara Pulau Nias terdapat pada Formasi Lelematua dan Formasi Gomo. Pada Formasi Lelematua batubara terdapat sebagai sisipan pada lapisan batulempung. Litologi formasi ini terutama terdiri atas breksi dan konglomerat dengan sisipan batupasir dan batulempung. Breksi umumnya terdiri dari komponen tufaan dengan ukuran antara 0,55 cm, menyudut sampai menyudut tanggung. Sisipan batupasir berwarna abu-abu sampai kekuningan dengan ukuran butir halus, berkomposisi dasitan, mengandung glaukonit, memperlihatkan perlapisan dan mempunyai struktur sedimen paralel laminasi. Dari ditemukannya glaukonit, formasi ini diperkirakan diendapkan dalam lingkungan laut dangkal. Lapisan batubara pada formasi ini terdapat pada Blok Alooa, terdiri atas 2 (dua) lapisan batubara dengan penamaan lapisan E dan

Lapisan E mempunyai sebaran ke arah lateral sekitar 2.700 meter dengan ketebalan rata-rata 0,73 meter. Lapisan ini dikorelasikan berdasarkan singkapan yang diamati pada titik pengamatan N5, N6 dan N7 (Tabel 1) yang tersingkap pada dinding bukit di sekitar Desa Alooa. Batubara pada singkapan-singkapan ini secara megaskopis mempunyai kesamaan batubara berwarna hitam, terang, keras, belahan memanjang-sub konkoidal, agak mudah hancur (Foto 1) dengan arah jurus lapisan rata-rata sekitar N320oE dengan kemiringan 34o-51o. Lapisan batubara ini diinterpretasikan sebagai lapisan batubara yang berkembang pada bagian Baratdaya sayap antiklin Alooa.

Lapisan F memiliki kesamaan litologi dan sifat fisik batubara pada lokasi N3, N4 dan N5 (Tabel 1), berwarna hitam, terang, keras, konkoidal, berlapis dengan arah jurus berkisar 136o-141o. Diperkirakan batubara pada lapisan ini merupakan lapisan yang berada pada sayap antiklin Alooa bagian timurlaut. Kontinuitas sebaran ke arah lateral sekitar 2.600 meter dengan tebal lapisan rata-rata 1,09 meter.

Pada Formasi Gomo lapisan batubara diendapkan sebagai sisipan pada lapisan batulempung. Litologi Formasi

Gomo terdiri atas lapisan batulempung dengan sisipan batubara, batupasir, batugamping dan napal tufaan. Sisipan batubara ditemukan di sekitar Sungai Muzoi (Blok Muzoi), terdiri atas 4 (empat) lapisan batubara dengan penamaan Lapisan A, B, C dan D.

Lapisan A diperkirakan mempunyai sebaran lateral berkisar 1.000 meter, ketebalan rata-rata 1,00 meter dengan arah jurus/kemiringan lapisan N170oE/5 o. Lapisan batubara diinterpretasikan berdasarkan singkapan yang diamati pada stasiun pengamatan N12 (Tabel 1) yang tersingkap pada anak Sungai Muzoi. Batubara berwarna coklat kehitam-hitaman, kusam, agak lunak, terdapat struktur kayu (Foto 2).

Lapisan B merupakan lapisan batubara yang berada di bagian bawah dari lapisan A. Sebaran lapisan batubara ke arah lateral berkisar 1.000 meter, ketebalan lapisan batubara berkisar 0,50 meter dengan arah jurus/kemiringan batubara N173oE/07o. Lapisan batubara ini diinterpretasikan berdasarkan singkapan yang diamati pada stasiun pengamatan N11 (Tabel 1). Secara megaskopis batubara berwarna hitam, kusam, belahan memanjang, terdapat struktur kayu dan mengotori tangan (Foto 2).

Lapisan C diamati pada singkapan batubara di lokasi N13 (Tabel 1). Tebal lapisan batubara 1,70 meter dengan arah jurus/kemiringan lapisan N18oE /18 o. Secara umum ciri batubara mirip dengan batubara pada lapisan A dan B. Batubara berwarna coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, terdapat struktur kayu dan mengotori tangan. Pada bagian baratlaut lapisan ini terpotong oleh struktur sesar.

Lapisan D merupakan korelasi dari singkapan batubara pada lokasi N01, N02, NA01, NA02, N14, N15, N16 (Tabel 1). Setiap singkapan mempunyai arah jurus yang bervariasi antara N150oEN175oE dengan kemiringan 3o14o. Berdasarkan pengamatan litologi, ketujuh singkapan terdapat kesamaan pada sifat fisik batubara dan lapisan pengapitnya. Pada umumnya batubara berwarna coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang dan terdapat struktur kayu. Batubara pada umumnya terdapat sebagai sisipan pada lapisan batulempung berwarna kuning kecoklatan sampai abu-abu tua. Berdasarkan korelasi dari singkapan yang ada, sebaran lapisan D diperkirakan mencapai 5.200 meter dengan tebal lapisan rata-rata 1,18 meter.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian peta sebaran batubara, diinterpretasikan bahwa Formasi Lelematua dan Formasi Gomo merupakan formasi pembawa batubara (Gambar 3). Endapan batubara di daerah kajian umumnya berarah tenggarabaratlaut dengan kemiringan berkisar 4°-51° dan ketebalan berkisar 0,51,82 meter.



Di bagian Timur pada Blok Aloo batubara terakumulasi pada Formasi Lelematua. Jumlah lapisan batubara pada formasi ini sebanyak 2 (dua) lapisan yaitu lapisan E dan F, sedangkan di bagian barat pada Blok Muzoi batubara terakumulasi pada Formasi Gomo. Jumlah lapisan pada formasi ini sebanyak 4 (empat) lapisan yaitu lapisan A, B, C dan D (Gambar 4).

Dari hasil perhitungan sumber daya batubara (klasifikasi hipotetik) pada Blok Aloo dan Blok Muzoi diperoleh sumberdaya batubara dan nisbah pengupasan sebagai berikut :

#### 1. Blok Aloo

- Lapisan E, pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 337.471 ton dengan nisbah pengupasan sebesar 1 : 40 (Tabel 2). Pada kedalaman 100-200 meter sebesar 371.653 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 374.538 ton, kedalaman 300-400 meter sebesar 377.422 ton dan pada kedalaman 400-500 meter sebesar 380.307 ton (Tabel 3).
- Lapisan F, Pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 613.200 ton dengan nisbah pengupasan 1 : 28. Pada kedalaman 100-200 meter sebesar 608.048 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 597.088 ton, kedalaman 300-400 meter sebesar 586.128 ton dan pada kedalaman 400-500 meter sebesar 575.167 ton.

#### 2. Blok Muzoi

- Lapisan A, pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 1.493.695 ton dengan nisbah pengupasan 1 : 37 (Tabel 2). Pada kedalaman 100-200 meter sebesar 1.493.695 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 1.493.695 ton (Tabel 3).
- Lapisan B, pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 533.000 ton dengan nisbah pengupasan 1 : 95 (Tabel 2)

Pada kedalaman 100-200 meter sebesar 533.000 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 533.000 ton, kedalaman 300-400 meter sebesar 533.000 ton dan kedalaman 400-500 meter sebesar 533.000 ton (Tabel 3).

- Lapisan C, pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 719.329 ton dengan nisbah pengupasan 1 : 21 (Tabel 2). Pada kedalaman 100-200 meter sebesar 875.499 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 1.037.598 ton, kedalaman 300-400 meter sebesar 1.034.132 ton dan kedalaman 400-500 meter sebesar 1.100.040 ton (Tabel 3).
- Lapisan D, pada kedalaman 0-100 meter dari permukaan, jumlah sumber daya batubara sebesar 5.961.329 ton dengan nisbah pengupasan 1 : 37 (Tabel 2). Pada kedalaman pada kedalaman 100-200 meter sebesar 5.382.252 ton, kedalaman 200-300 meter sebesar 4.797.100 ton, kedalaman 300-400 meter sebesar 4.172.066 ton dan pada kedalaman 400-500 meter sebesar 3.401.990 ton (Tabel 3).

#### KESIMPULAN

Dari hasil kajian sumber daya batubara Blok Aloo dan Blok Muzoi pada kedalaman 0-100 meter diperoleh total sumber daya sebesar 9.658.024 ton dengan nisbah pengupasan berkisar 21-95. Sedang pada kedalaman 100-500 meter diperoleh total sumber daya batubara sebesar 30.790.421 ton.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ir. Soekardjo, M.Sc, Ir. Asep Suryana, Ir. Deddy Amarullah dan Ir.S.M.Tobing, M.Sc atas dukungan kepada penulis serta kepada Ir.Agus Subarnas yang telah begitu banyak memberikan masukan-masukan kepada penulis sehingga tulisan ini dapat diajukan untuk dipublikasikan, serta kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya tulisan ini.

#### ACUAN

- Badan Standarisasi Nasional-BSN., 1998. *Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara Standar Nasional Indonesia (SNI), Amandemen I SNI No. 13-5014-1998.*
- Djamal,B., Gunawan,W.,Ratman,N.,Simanjuntak,TO.,1994. *Peta Geologi Lembar Nias Sumatera, Skala 1 :250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Fatimah, 2006. *Kajian Awal Potensi Batubara Untuk Tambang Bawah Tanah Daerah Bontang dan Sekitarnya Provinsi Kalimantan Timur; Buletin Pusat Sumber Daya Geologi* Vol.1,No.3, Halaman 21-29.
- NEDO *Proyek Alih Teknologi Pertambangan Batubara, 2003. Perencanaan Penambangan, Bahan Pelajaran Pelatihan Umum Teknik Penambangan Batubara.*
- Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, 1994. *Kursus Perencanaan Tambang.*
- Tim Inventarisasi Batubara Daerah Marginal Pulau Nias,2006. *Laporan Pendahuluan Kegiatan Inventarisasi Batubara Daerah Marginal Pulau Nias, Provinsi Sumatera Utara.*

Tabel 1. Data Singkapan Batubara Daerah Kajian (Robert L.Tobing, dkk., 2006).

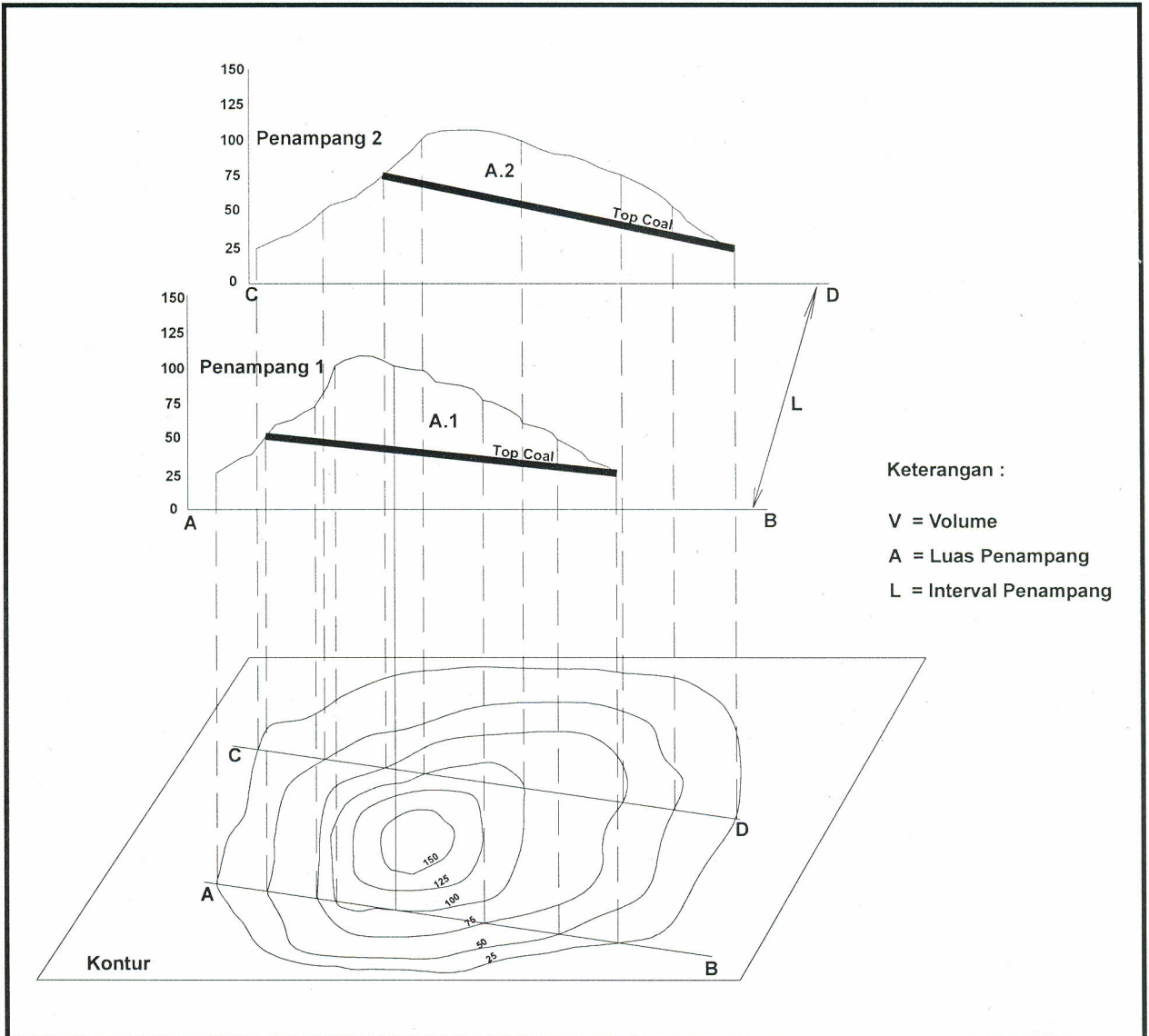
No	Lokasi	Jurus/ Kemiringan	Koordinat		Tebal (m)	Litologi
			LU	BT		
1	N 01	170 / 07	01 15 10.10	97 28 15.09	>1.20	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan
2	N 02	175 / 8	01 15 00.32	97 28 21.16	> 1.00	Batubara, coklat kehitaman, kusam, tdpt str kayu, mengotori tangan
3	NA 01	160 / 04	01 14 55.03	97 28 27.23	> 1.00	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan
4	NA 02	152 / 12	01 14 47.28	97 28 35.33	> 0.85	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan
5	N 16	176 / 14	01 14 32.21	97 28 43.42	1.82	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan. Tersingkap di sungai Muzoi
6	N 15	150 / 04	01 13 48.20	97 29 06.09	1.20	Batubara, coklat kehitaman, kusam, tdpt str kayu, mengotori tangan
7	N 14	161 / 43	01 13 32.30	97 29 19.04	1.22	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan. Tersingkap di tengah sungai
8	N 13	184 / 18	01 13 14.37	97 29 02.39	1.70	Batubara, coklat kehitaman, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan
9	N 12	170 / 05	01 12 22.21	97 31 16.11	1.00	Batubara, coklat kehitaman-hityam, kusam, agak lunak, tdpt str kayu, mengotori tangan
10	N 11	173 / 07	01 11 54.10	97 30 56.18	> 0.50	Batubara, hitam, kusam, belahan memanjang, tdpt str kayu, mengotori tangan
11	N 03	136 / 15	01 17 51.07	97 32 33.32	> 1.30	Batubara, hitam, terang, keras, konkoidal (Ds Najalau Aloo)
12	N 04	129 / 07	01 17 44.55	97 32 48.29	1.11	Batubara, hitam, terang, keras, konkoidal, berlapis
13	N 05	141 / 45	01 17 38.08	97 32 56.39	> 0.85	Batubara, hitam, terang, keras, konkoidal, berlapis,
14	N 06	320 / 12	01 17 04.20	97 32 49.51	> 0.50	Batubara, hitam, agak kusam, belahan memanjang-sub Konkoidal, brittle
15	N 07	320 / 51	01 16 59.31	97 33 01.24	> 0.80	Batubara, hitam, agak kusam, belahan sub Konkoidal, agak lapuk,
16	N 08	321 / 51	01 16 54.02	97 33 09.34	> 0.93	Batubara, hitam, terang, keras, belahan memanjang-sub konkoidal, agak mudah hancur

Tabel 2. Sumberdaya Batubara dan Nisbah Pengupasan Pada Kedalaman 0-100 meter (Robert L.Tobing, 2007).

Blok	Lapisan Batubara	Luas (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Berat Jenis	Sumberdaya Batubara (ton)	Overburde <sup>n</sup> (m <sup>3</sup> )	Stripping Ratio
<b>Muzoi</b>		114899					
	A	6	1	1.3	1493695	55329898	37
	B	820000	0.5	1.3	533000	50653229	95
	C	325488	1.7	1.3	719329	15273645	21
	D	388613	4	1.18	5961329	221819491	37
				Total Sumberdaya	8707353	343076263	
<b>Alooa</b>							
	E	355607	0.73	1.3	337471	13657519	40
	F	432745	1.09	1.3	613200	16926197	28
				Total Sumberdaya	950671	30583716	

Tabel 3. Sumberdaya Batubara Pada Kedalaman 100-500 meter (Robert L.Tobing, 2007)

Blok	Lapisan Batubara	Sumber Daya Hipotetik (ton)			
		100m-200m	200m-300m	300m-400m	400m-500m
<b>Muzoi</b>	A	1493695	1493695	-	-
	B	533000	533000	533000	533000
	C	875499	1037598	1034132	1100040
	D	5382252	4797100	4172066	3401990
	Total Sumberdaya	8284446	7861393	5739198	5035030
<b>Alooa</b>	E	371653	374538	377422	380307
	F	608048	597088	586128	575167
	Total Sumberdaya	979701	971626	963550	955474



Gambar 1. Pemodelan Penampang Pengukuran Nisbah Pengupasan  
 (Robert L.Tobing, 2007)

I. Rumus End Area

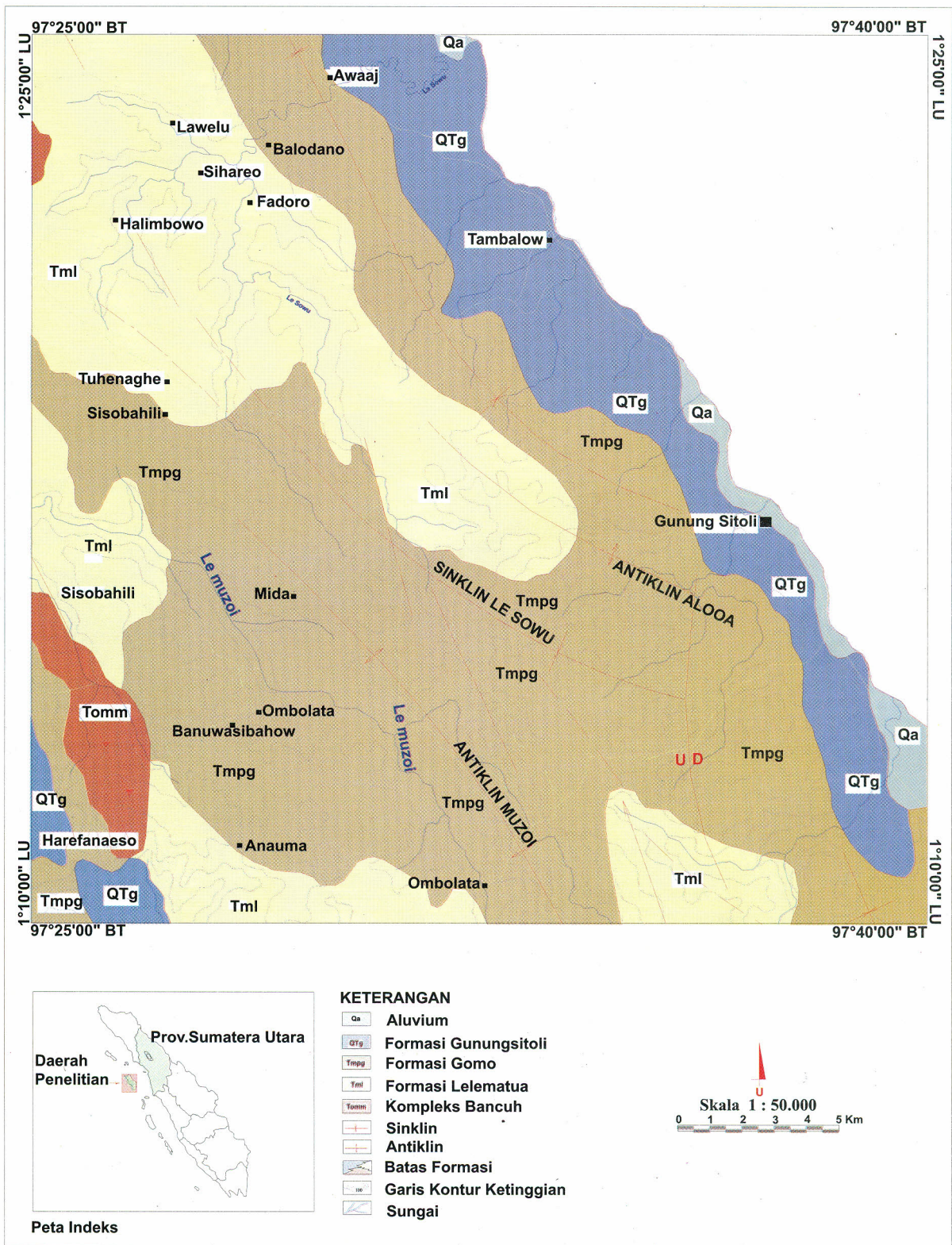
$$V = ((A1 + A2) \times L / 2$$

II. Rumus untuk gabungan beberapa penampang

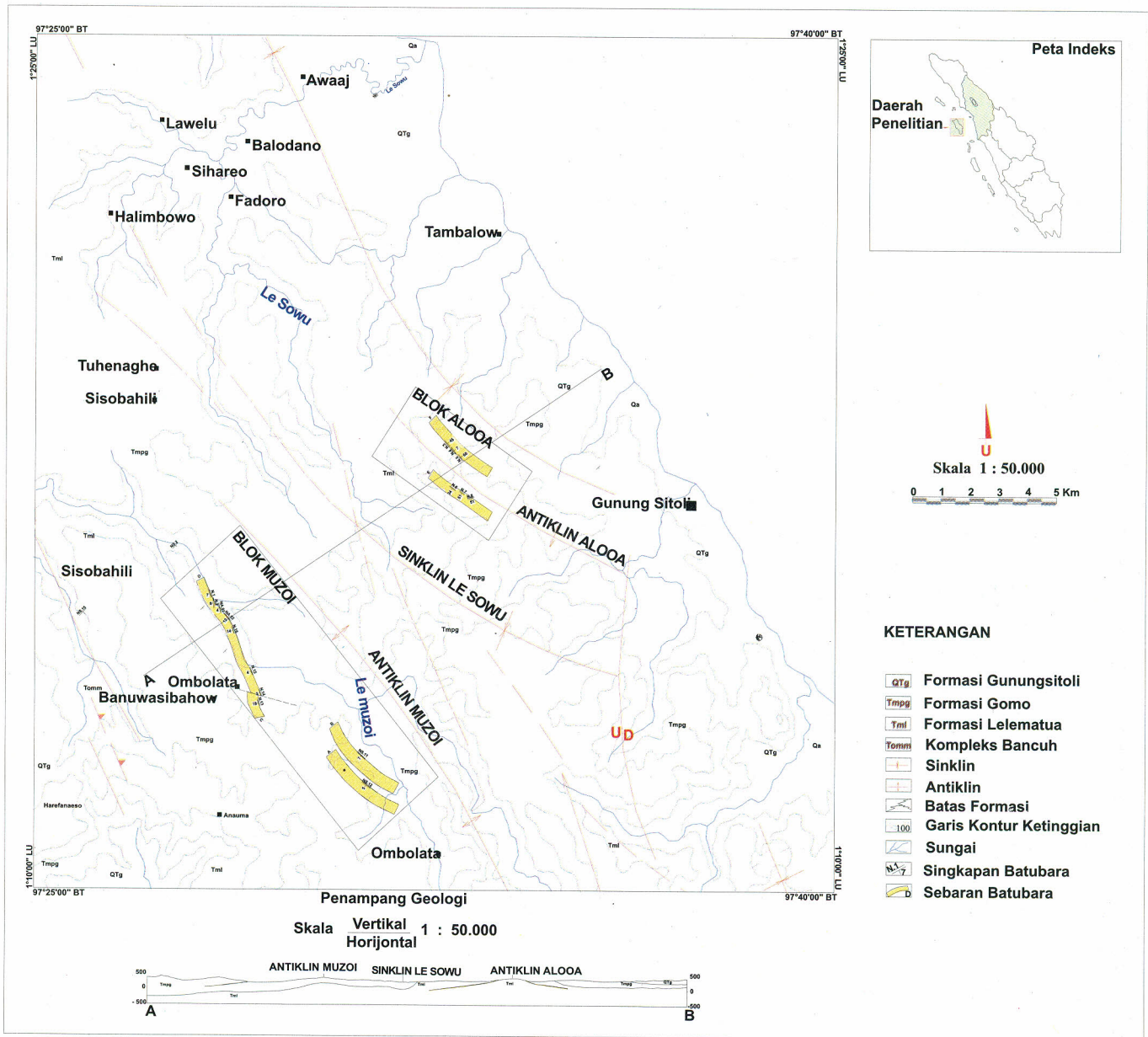
$$V = (A1 + 2.A2 + 2.A3 + \dots + An) \times L / 2$$

III. Rumus Baji (Wedge)

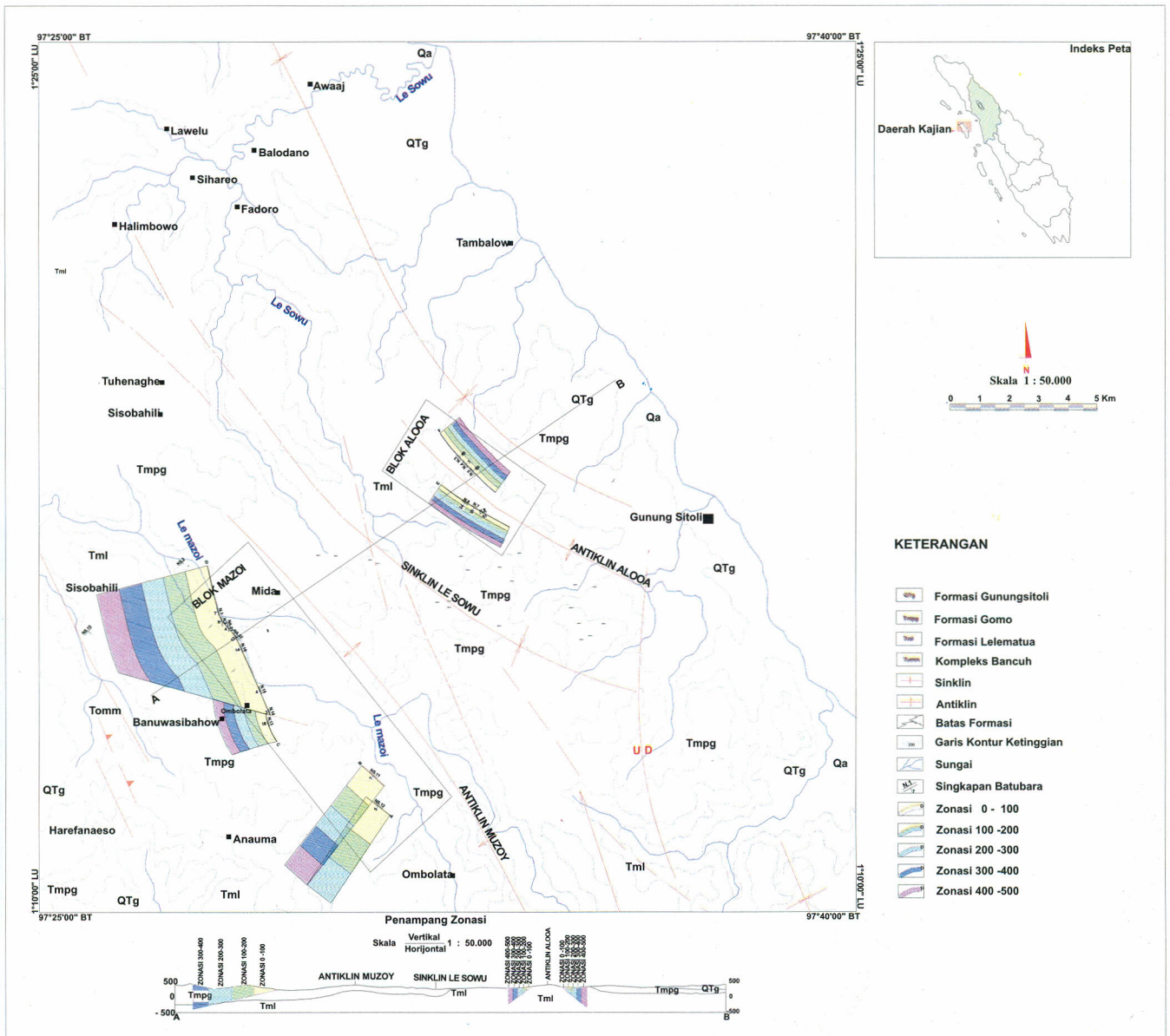
$$V = A/2 \times L$$



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Kajian (Djamil B., dkk, 1994)



Gambar 3. Peta Sebaran Batubara Daerah Kajian (Modifikasi dari Djamal B.,dkk., 1994).



Gambar 4. Peta Zonasi Sebaran Batubara Daerah Kajian (Modifikasi dari Djamal B.,dkk., 1994)



Foto 1. Kenampakan Singkapan Batubara Formasi Lelematua (Robert L.Tobing, dkk., 2006)



Foto 2. Kenampakan Singkapan Batubara Formasi Gomo (Robert L.Tobing, dkk.,2006).



# PENGAWASAN EKSPLORASI PANAS BUMI DALAM RANGKA PENYIAPAN 9.500 MW ENERGI LISTRIK PADA TAHUN 2025

Oleh :

**Teuku Ishlah**

Perekayasa Madya

Bidang Program dan Kerja Sama Pusat Sumber Daya Geologi

## SARI

Kebijakan Energi nasional yang disusun oleh pemerintah, menargetkan bahwa penggunaan sumber energi panas bumi akan ditingkatkan sehingga komposisi energi panas bumi mencapai 5% dari total baur energi yang digunakan di Indonesia pada tahun 2025 sehingga total produksi listrik panas bumi mencapai 9.500 MW. Pencapaian sasaran tersebut diperlukan kegiatan eksplorasi yang melibatkan perusahaan swasta nasional dan asing.

Sumber panas bumi dikelompokkan dalam 2 kelompok yaitu kelompok panas bumi akuifer yang berasosiasi dengan air bertemperatur panas dan batu panas kering yang tidak mengandung air. Panas bumi akuifer dieksploitasi sedangkan batu panas kering masih dalam percobaan. Lapangan panas bumi komersial terbentuk pada sabuk gunung api dengan karakteristik adanya patahan, lapisan penudung, reservoir, sumber panas dan areal imbuhan. Penentuan areal prospeknya diperlukan kegiatan eksplorasi yang memerlukan dana besar dan berisiko tinggi.

Pemerintah perlu melaksanakan pengawasan pelaksanaan eksplorasi di lapangan dan penggunaan dana eksplorasi sehingga pemerintah dan pengembang saling menguntungkan. Pedoman pengawasan harus diterbitkan sehingga pengawasan dapat optimal.

## ABSTRACT

*On the base of the geothermal road map which is arranged by government, the using geothermal energy will reach around 5% of total mix energy in Indonesia on 2025. In reaching that target, exploration has to be carried out involving national and foreign company.*

*The geothermal resources are classified into two basic types : the geothermal aquifer, where water is present hot dry rock with anomalous temperatures but no water is present. Geothermal aquifers are exploitable commercially but the extraction of energy from hot dry rock is still only experimental. The commercial geothermal field is located on mostly volcanic belt which has characteristics of fault zone system, cap rock, reservoir, heat source and recharge area. The choosing of prospect area, be needs exploration activity which requires both high cost and risk.*

*The government has to control the exploration activity in the field and the cost of exploration to aim mutual benefiation between government need and geothermal developer, though it's imporant establishing regulation to create optimal control on geothermal projects.*

## 1. LATAR BELAKANG

Energi saat ini merupakan kunci semua kegiatan dalam peradaban umat manusia. Sebagian besar konflik yang terjadi di dunia disebabkan oleh kebutuhan energi dan perebutan sumber energi terutama sejak revolusi industri. Diawali dengan perang 7 tahun antara Jerman-Perancis yang terjadi pada tahun 1760an bertujuan untuk menguasai sumber batubara di lembah Saarland (Saarbrücken). Perang Asia Raya (1942-1945), terjadi karena keinginan Jepang menguasai sumber minyak di Mongolia dan Asia Selatan. Demikian juga halnya dengan konflik berkepanjangan di Timur Tengah, Afganistan, Laut Cina Selatan terjadi akibat perebutan sumber minyak dan gas bumi.

Dalam pengukuran indeks kemakmuran suatu negara, konsumsi energi perkapita menjadi salah satu ukuran kemakmuran selain indeks pelayanan kesehatan, air bersih, pendidikan dan pendapatan perkapita. Konsumsi energi perkapita akan berbanding lurus dengan pendapatan perkapita suatu negara. Di negara maju seperti Amerika Serikat dan Negara-negara industri di Eropah Barat, konsumsi energi perkapita meningkat secara eksponensial dari tahun ke tahun. Saat ini sumber energi primer di dunia berasal dari minyak bumi, batubara, tenaga air, nuklir, gas, biomasa dan panas bumi.

Sedangkan di Indonesia, sumber energi primer yang digunakan pada tahun 2005, sebagian besar berasal dari

bahan bakar minyak (54,4%), diikuti gas bumi (26,5%), batubara (4,1%), tenaga air (3,4%) dan panas bumi (1,4%). Sebaliknya, perekonomian negeri ini sangat tergantung pada minyak bumi sedangkan kapasitas produksi menurun hingga sekitar 950.000 barel perhari.

Pemerintah melalui Keputusan Presiden No. 5 Tahun 2006, menetapkan sasaran baur energi (energy mix) di Indonesia pada tahun 2025 akan diubah sehingga tercapai keseimbangan dengan komposisi batubara (termasuk batubara cair) lebih 35%, gas lebih 30%, minyak bumi lebih kecil dari 20%, tenaga air lebih 2% dan panas bumi lebih dari 5%. Kebijakan pemerintah tersebut diuraikan dalam road map pengembangan panas bumi yang disusun pada tahun 2004, yang menetapkan bahwa penggunaan sumber energi panas bumi akan ditingkatkan sehingga komposisi energi panas bumi mencapai 5% dari total baur energi yang digunakan di Indonesia. Pada tahun 2008 direncanakan penggunaan energi panas bumi dalam bentuk PLTP dengan kapasitas terpasang 2.000 MW, tahun 2012 menjadi 3.442 MW, tahun 2016 menjadi 4.600 MW, tahun 2020 menjadi 6.000 MW dan ditargetkan pada tahun 2025 mencapai 9.500 MW.

Pembangkitan listrik tenaga panas bumi pertama di dunia, adalah Pembangkit Listrik tenaga panas bumi di Larderello Italia (1904), Selandia Baru (1950), Amerika Serikat (1960), Meksiko, Rusia, Jepang, Taiwan, Filipina dan Indonesia (1984) serta El Savador, Islandia, Kenia dan sebagainya.

Pada tahun 1990, kapasitas terpasang pusat listrik tenaga panas bumi di dunia telah mencapai 6.385 MW (tabel 1). Pertumbuhan kapasitas PLTP pada 1983-1990 mencapai 41%, selanjutnya mulai tahun 1990-2005 dan hingga saat ini, perkembangan PLTP menurun 21,1%. Bahkan kenaikan

kapasitas terpasang yang mencapai 8.347,25 MW pada tahun 2005, berasal dari pembangunan kapasitas yang direncanakan dan dibangun sebelumnya. Hal ini disebabkan harga minyak bumi menurun pada tingkat harga antara 13 -17 dolar per barel pada tahun 1993-2001. Pada periode ini, hampir semua energi non BBM tidak menarik bagi investasi.

Mulai tahun 2003, dengan kenaikan harga minyak bumi dari 40 an dolar AS perbarel menjadi 90 dolar per barel pada November 2007 seharusnya akan menjadi pemicu penggunaan energi lain seperti batubara, gas, panas bumi, energi baru dan energi terbarukan lainnya.

## 2. ENERGI PANAS BUMI

Planet bumi yang jari-jarinya 6.300 km, memiliki aliran panas yang terjadi di dalam bumi sehingga semakin dalam dari permukaan, temperatur akan meningkat. Gejala ini dikenal sebagai gradient geotermal yang harga rata-rata mencapai 2°C/100 meter kedalaman. Pada daerah tertentu dipermukaan bumi terutama di jalur gunung api mempunyai angka gradient panas bumi yang tinggi. Berdasarkan perkiraan Bermen ER (1975) di pulau Hawaii, daerah gunung api muda, mempunyai batuan panas dengan volume 166,6204 km<sup>3</sup> dengan berat jenis 2,7 g/cm<sup>3</sup>, memiliki aliran panas sebesar 0,19 kal/g<sup>0</sup> Celsius. Diperkirakan jumlah panas pada batuan beku tersebut mencapai 85,5 x 10<sup>9</sup> kalori. Angka ini setara dengan 1500 juta ton bahan bakar minyak.

Sebagai gambaran, jumlah aliran panas yang dilepaskan oleh kerak bumi dengan luas permukaan 1 km<sup>2</sup> dengan ketebalan kerak bumi 35 km, diperkirakan mencapai 26,3 EJ (EJ = Joule x 10<sup>18</sup>). Konsumsi energi dunia pada tahun 1988 mencapai 370 EJ. Dengan demikian, untuk luas permukaan bumi 1km<sup>2</sup>, mampu menyumbang konsumsi energi dunia mencapai 6% dari konsumsi total energi dunia

Tabel 1. Kapasitas Terpasang Pusat Listrik Tenaga panas Bumi (MW)

NEGARA	1983	1985	1987	1990	2005
1. Amerika Serikat	1.454	2.022	2.090	2.516	2.534*
2. Filipina	781	894	894	1.041	1.931*
3. Italia	472	519	519	519	519
4. Meksiko	425	645	645	965	953*
5. Jepang	215	215	215	215	535,25*
6. Selandia Baru	167	167	167	283	435*
7. El Savador	95	95	95	95	185*
8. Islandia	41	39	39	39	202*
9. Nikaragua	35	35	35	70	70
10. Indonesia	2	32	32	362	807*
11. Kenia	30	45	45	45	45
12. Eks Unisovyet	11	11	11	91	91
13. DII	11,5	40	26,4	130,5	130,5
<b>JUMLAH</b>	<b>3.769,5</b>	<b>4.763</b>	<b>4.813,4</b>	<b>6.398,5</b>	<b>8.437,75</b>

Sumber : Mining Journal 17 Juni 1988, World Resources 1992, dan Seminar Nasional Panas Bumi 2006 di Bali

tahun 1988. Bila dibandingkan dengan cadangan terbukti minyak bumi, angka tersebut setara dengan cadangan terbukti minyak bumi yang ditemukan di Laut Utara (Mining Journal, London, 1988). Namun penggunaan energi panas bumi sangat rendah hal ini disebabkan, kemampuan teknologi dan harga uap panas bumi tidak menarik untuk dikembangkan karena keuntungan usaha ini sangat rendah. Bahkan sebagian besar pembangkit PLTP di dunia saat ini mendapatkan subsidi.

Edwards dkk (1982) memperkirakan sumber energi panas bumi dengan membuat kisi (grid) di seluruh daratan di permukaan bumi dengan luas pola 550 km x 550 km, dengan kedalaman mencapai 10 km. Kisi-kisi tersebut dibedakan dalam 2 kelompok, yakni kelompok yang memiliki aliran panas tinggi ( $>50$  MW/m<sup>2</sup>) dan aliran panas rendah ( $<50$  MW/m<sup>2</sup>). Dengan asumsi berat jenis batuan kerak bumi 2,5 g/cm<sup>3</sup> dengan aliran panas 770 J/kg<sup>0</sup> C diperoleh sumber panas bumi mencapai 245.000.000 EJ untuk daerah aliran panas tinggi dan 181.000.000 EJ untuk areal aliran panas rendah sehingga total mencapai 426.000.000 EJ. Bila manusia mampu menggunakan 0,1% dari sumber daya panas tersebut (426.000 EJ), dengan tingkat konsumsi energi total dunia mencapai 370 EJ pada tahun 1988, maka sumber daya panas bumi akan mencukupi kebutuhan 1.151 tahun. Dalam praktek di lapangan, perkiraan teoritis dan wacana akademis ini tidak dapat diwujudkan secara ekonomis. Pemboran minyak bumi terdalam saat ini baru mencapai sekitar 10 km, sedangkan pemboran panas bumi terdalam sekitar 2000 meter.

Industri panas bumi memiliki fenomena yang sama dengan fenomena industri mineral. Timah terkonsentrasi pada jalur tertentu secara geologi. Demikian juga halnya dengan panas bumi yang secara ekonomis terkonsentrasi pada tempat tertentu yang dikenal sebagai "anomaly geothermal deposits" yang terletak di daerah gunung api dengan kenampakan panas bumi seperti sumber air panas, geyser, fumarol, solfatar, dan lumpur panas. Anomali geotermal dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok yakni Akuifer Panas Bumi yang berasosiasi dengan air panas yang juga dikenal sebagai "convective hydrothermal" dan sumber panas bumi "hot dry rock" yang saat ini masih pada tahap penelitian. "Convective hydrothermal" dapat dibagi menjadi 2 yakni kelompok Akuifer Temperatur Tinggi (High Temperature Aquifer) dan Akuifer Temperatur Rendah (Low Temperature Aquifer).

Sumber energi panas bumi komersial saat ini dikembangkan pada sumber "convective hydrothermal" yang terletak pada jalur gunung api dengan ciri lingkungan geologi tertentu yang secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Adanya sistem patahan dan rekahan sehingga air permukaan dapat terserap kedalam sistem secara

alamiah sehingga terperangkap dalam reservoir dan akan dipanaskan sehingga menghasilkan uap panas. Sistem rekahan dan patahan ini akan menyebabkan timbulnya air panas (hotspring) yang dapat digunakan sebagai petunjuk pendahuluan dalam kegiatan eksplorasi panas bumi.

2. Adanya sumber panas yang berupa magma atau batuan beku yang panas (heat source) yang mengalirkan sejumlah panas dengan temperatur melebihi 3500C dan dangkal dari permukaan. Makin besar ukuran dapur magma, akan besar juga sumber panas yang akan memanaskan air yang terperangkap dalam reservoir. Secara tekno-ekonomis dapat dikembangkan.
3. Adanya lapisan perangkap (cap rock) yang kedap air (impermeable) yang menutupi reservoir sehingga uap dapat terperangkap dan akan memperoleh tekanan yang tinggi. Bila terjadi kebocoran yang mencapai dipermukaan maka akan terbentuk geiser (pancuran air panas) dan sumber air panas (hotspring).
4. Adanya patahan dan rekahan yang merupakan struktur geologi yang berguna untuk meningkatkan porositas dan permeabilitas reservoir panas bumi.
5. Memiliki curah hujan tinggi antara 3000-4000 milimeter per tahun sehingga sirkulasi air dapat terjamin sepanjang tahun. Di beberapa lapangan panas bumi yang telah beroperasi, air yang dihasilkan oleh uap panas akibat penurunan temperatur dan tekanan setelah memutar turbin diinjeksikan ke bawah permukaan. Pemasukan air ini dimaksudkan untuk menjaga keseimbangan air dan mencegah keruntuhan (subsidence).

Sebagai contoh, perhatikan model tentatif panas bumi daerah Jaboi, Kota Sabang Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, dengan lingkungan geologi yang memenuhi persyaratan terhadap sumber panas bumi. Hasil penyelidikan terpadu yang dilaksanakan pada tahun 2006, menunjukkan bahwa daerah panas bumi tersebut terletak di dalam kompleks depresi pulau Weh yang merupakan bagian dari zona depresi besar sesar Semangko. Struktur tersebut dapat dikenal dengan jelas di lapangan seperti graben di Teluk Sabang-Balohan dan graben Lhok Pria Laot serta terbentuknya danau Aneuk Laot.

Aktifitas panas bumi yang terjadi di pulau Weh berhubungan dengan aktifitas tektonik-vulkanik yang terjadi sesudah terbentuknya gunungapi Leumo Matee dan Semeureuguh dengan batuan dasar ditempati oleh batuan vulkanik tua (satuan lava pulau Weh). Kenampakan panas bumi ditemukan di Komplek Jaboi, ditemukan kenampakan mata air panas bertipe bikarbonat dengan temperatur 710C, pH netral dan fumarola dan hembusan uap panas bertipe sulfat asam dengan temperatur 990C. Di lain tempat ditemukan batuan terubah (teralterasi), fumarol dan lumpur

panas yang bertipe air klorida dengan temperatur tertinggi 100,60C dan di Iboh ditemukan mata air panas netral dengan temperatur 410C.

Berdasarkan hasil penyelidikan geofisika tahanan jenis listrik semu, ditafsirkan bahwa lapisan konduktif 3-5 Ohm-m dengan ketebalan antara 400-500 m diperkirakan sebagai batuan yang kaya dengan mineral lempung yang bertindak sebagai batuan penutup (cap rock) bagi sistem panas bumi di Jaboi. Pada kedalaman 650 meter menunjukkan tahanan jenis >20 Ohm-m, diperkirakan sebagai peralihan dari batuan kaya lempung (cap rock) dengan puncak reservoir yang terletak pada batuan lava vulkanik tua Weh. Berdasarkan data geokimia, temperatur reservoir sekitar 2500C. Untuk mendapatkan lapangan panas bumi yang sesuai dengan kondisi geologi tersebut diatas diperlukan kegiatan eksplorasi.

### 2.1 Akuifer Temperatur Tinggi

Eksplorasi untuk panas bumi akuifer temperatur tinggi meliputi pemetaan geologi rinci, pemetaan hidrologi, geokimia dan geofisika yang umumnya metode tahanan jenis. Selanjutnya, dilakukan survei landaian suhu dan pemboran. Dana yang diperlukan untuk membangun pusat listrik jenis ini mencapai melebihi 1 juta dolar AS per MW, termasuk biaya eksplorasi. Berdasarkan pengalaman di negara yang mengembangkan PLTP komersial, tingkat pengembalian investasi juga tinggi. Sebuah PLTP dengan kapasitas 110 MW dengan investasi 140 juta dolar AS dengan masa operasi produksi 30 tahun, diperkirakan pendapatan sekitar 50 juta dolar AS per tahun dengan ongkos operasional tahunan antara 10 -15%. Tingkat pengembalian investasi PLTP tersebut tercapai antara 3-4 tahun sejak dimulai beroperasi. Skenario ini terjadi disebabkan investasi PLTP di Negara tersebut, memperoleh kemudahan dari pemerintah dengan memberikan insentif perpajakan, tersedianya sarana jalan raya, jaringan transmisi, dan harga listrik yang tinggi serta pembebasan seluruh perpajakan pada masa eksplorasi.

Sedangkan di Indonesia, insentif pengembangan panas bumi belum diterbitkan oleh pemerintah, Selama ini disamakan dengan aturan investasi minyak dan gas bumi. Selain itu, lapangan panas bumi terletak di daerah terpencil yang tidak memiliki sarana jalan raya. Pada saat pembangunan PLTP Kamojang (1975-1983), untuk mengangkut peralatan, pengembang harus membangun/mengganti jembatan-jembatan antara Cirebon-Sumedang-Garut.

Khususnya di Amerika Serikat, negara adidaya yang mempunyai kebijakakan energi domestik yang mendorong penggunaan energi non BBM, menyimpan cadangan minyak dalam negeri, mengimpor minyak bumi dari Timur Tengah dan mendorong perusahaan-perusahaan

AS untuk mengeksploitasi minyak bumi di luar AS. Insentif penambangan batubara di AS dalam bentuk royalti hanya 7,5%. Dibandingkan dengan Indonesia, royalty dari hasil penambangan batubara dari perijinan Perjanjian Karya perusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) mencapai 13,5%.

Dengan kebijakan energi tersebut, pada tahun 1987, AS menggunakan panas bumi. dengan kapasitas terpasang mencapai 2.090 MW di 14 lapangan panas bumi. Pada tahun 1990, kapasitas meningkat menjadi 2.516 MW dan pada tahun 2005 menjadi 2.534 MW. Sebaliknya AS juga pernah membangun PLTP di Sanoma Country di Negara Bagian California yang mengalami kerugian 87 juta dolar AS yang disebabkan sumber panas bumi di Sanoma Country dapat berpindah-pindah sehingga pemboran sumur produksi gagal memperoleh uap panas sehingga gagal menghasilkan tenaga listrik (Majalah Tempo, 15 September 1984).

Menurut Syafr Dwipa (2005), eksplorasi panas bumi berisiko tinggi dimana keterdapatn reservoir panas bumi dibentuk oleh tatanan dan kondisi geologi yang kompleks. Tidak ada garansi bahwa pemboran eksplorasi atau pemboran produksi akan mendapatkan fluida panas yang ditargetkan. Pengembang harus siap baik mental maupun financial menerima eksplorasi sebagai kegiatan yang berisiko.

Filipina, negara yang memiliki sedikit sumber minyak bumi, telah mengembangkan panas bumi sangat maju, dengan kapasitas terpasang 1.931 MW atau 44,5% dari potensi panas buminya. Hal ini disebabkan kebijakan pemerintah yang memberikan berbagai kemudahan sehingga negara tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada pasokan minyak dari Timur Tengah. Hal yang mendukung, harga listrik di Filipina mengikuti harga kelayakan ekonomi, pemerintah Filipina tidak memberikan subsidi tenaga listrik.

Secara global, investasi panas bumi akan tumbuh bila harga minyak bumi dunia paling rendah 20 dolar AS per barel. Pada periode 1989-1996, kegiatan pengembangan panas bumi mengalami tekanan berat akibat melimpahnya minyak bumi dengan harga antara 13 17 dolar AS per barel. Di Filipina, pengembangan panas bumi akan sangat menarik bila harga minyak bumi diatas 25 dolar AS perbarel. Pengembangan panas bumi di Indonesia juga mengalami tekanan ekonomi dan tekanan tersebut bertambah berat pada saat berlangsungnya krisis ekonomi 1997 yang masih berpengaruh hingga saat ini. Akibatnya target pemerintah untuk membangkitkan tenaga listrik sebesar 1.400 MW pada akhir Pelita VI (1998) tidak tercapai. Dengan harga minyak bumi saat ini, seharusnya panas bumi akan menjadi sumber energi alternatif.

2.2 Akuifer Temperatur Rendah

Sumber panas bumi akuifer temperature rendah (Low Temperature Aquifer) umumnya dicirikan dengan kenampakan air panas (hot springs) dibawah 1000 C dan entalpi rendah. Terletak pada areal yang tidak memiliki anomali panas melainkan hasil sirkulasi fluida melalui batuan panas atau akibat gradien geotermal. Dipermukaan memperlihatkan terbentuknya sejumlah mineral atau air

panas bertemperatur rendah dengan kondisi geologi yang stabil. Di Perancis, paling sedikit 35% penggunaan energi ini dengan temperatur dibawah 800 C, terutama pada musim dingin digunakan sebagai pemanas ruang. Hal yang sama terjadi di Islandia, Rusia dan negeri lainnya. Indonesia juga menggunakan sumber energi ini yang telah berkembang sebagai wilayah wisata (geowisata) seperti yang ditemukan di Ciater, Garut, Arjosari Kabupaten Pacitan, Sulawesi Selatan, dan sebagainya.

2.3 Batu Panas Kering (Hot Dry Rock, HRD)

Sumber panas bumi Batu Panas Kering (Hot Dry Rock) dicirikan dengan dengan batuan panas kristalin yang tidak berasosiasi dengan air dan tingkatan permeabilitas rendah bahkan pejal. Negara yang telah melakukan kajian atas sumber ini antara lain Kerajaan Inggris (United Kingdom) yakni kemungkinan pengembangan panas bumi HRD dengan reservoir pada batuan sedimen pra-Tersier.

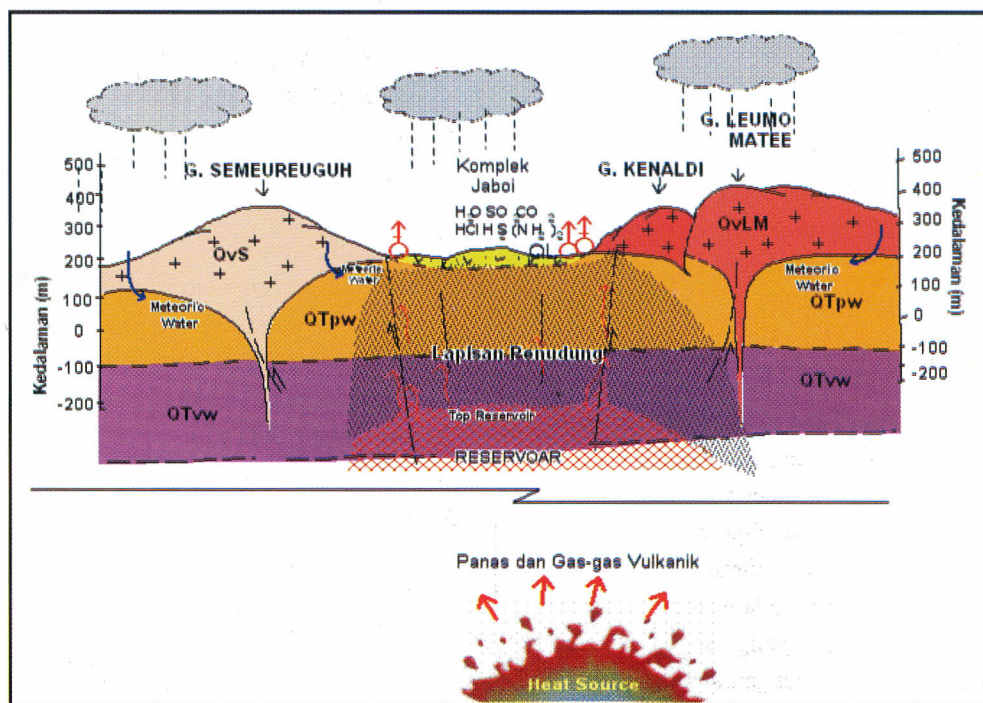
Pada tahun 1977, Kementerian Riset dan Teknologi Republik Federasi Jerman (Jerman Barat, sebelum bersatu) melakukan penelitian terhadap sumber panas bumi "Hot Dry Rock" di Falkenberg. Proyek ini, dikerjakan Geological

Survey Of Lower Saxony (Kantor Survei Geologi Negara Bagian Niedersachsichen, Hannover), dan Bundesantalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe, dan Geophysikalischen Intitute der Universitaten Bochum (Gambar 2).

Untuk mengambil panas dari batuan granit kristalin yang impermeabel tersebut diperlukan pembuatan reservoir buatan dan 2 (dua) sumur bor berdampingan dengan kedalaman 275 m. Sumur bor pertama digunakan untuk memasukkan air ke dalam reservoir buatan yang disebut sebagai sumur injeksi dan sumur kedua sebagai sumur produksi dengan maksud untuk mengeluarkan uap panas yang dipanaskan oleh batuan beku granit kristalin.

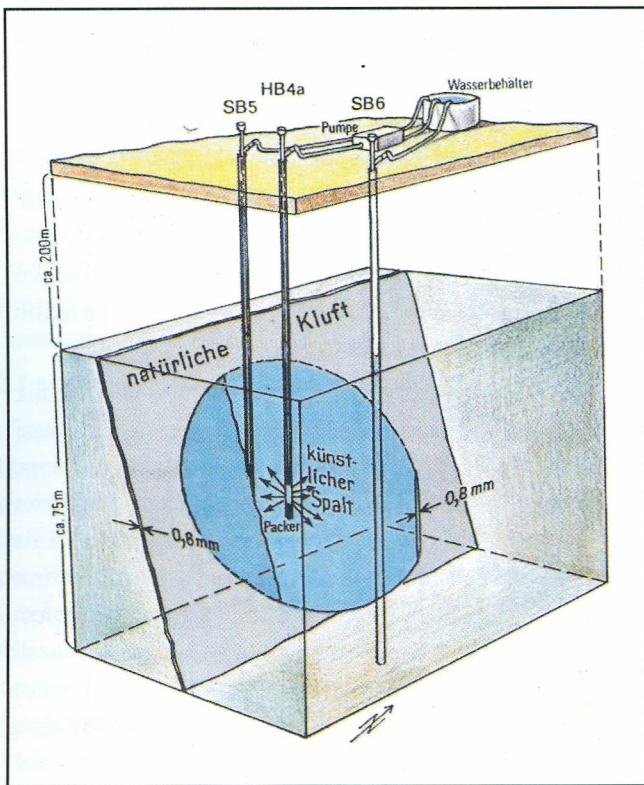
Proyek ini sebenarnya dimaksudkan untuk membujuk lapangan panas bumi yang mirip dengan lapangan panas bumi di jalur gunung api. Proses ini memerlukan teknologi khusus dengan peralatan yang tahan panas. Proyek ini masih pada tahapan penilitian dengan tujuan :

1. Percobaan terhadap sistem hidrolika dan mekanik batuan. Percobaan ini menghasilkan data dan informasi tentang sifat fisika batuan (aliran panas, berat jenis, permeabilitas, tahanan jenis dsbnya), taksiran pemekaran rekahan, sifat gerakan rekahan buatan pada reservoir buatan, dan kimia batuan pada batuan reservoir buatan yang berkaitan dengan ketahanan aliran fluida. Percobaan ini juga mengamati hasil kegiatan penambahan tekanan terhadap terbentuknya rekahan sehingga terbentuk reservoir buatan yang akan digunakan sebagai wadah pemanasan air yang dimasukkan melalui sumur injeksi. Percobaan ini juga ditujukan untuk mengukur volume reservoir buatan



Gambar 1, Model Tentatif Panas Bumi Daerah Jaboi, Kota Sabang (Sjafra dkk, 2006)

yang terbentuk dan perubahan bukaan rekahan sebagai fungsi penambahan tekanan fluida. Juga menentukan areal rekahan bersifat elastis dengan lebar maksimum 1 milimeter. Hasil lain diperoleh informasi kapasitas reservoir, kecepatan kebocoran, porositas reservoir dan sistem sirkulasi air yang berjalan dalam reservoir serta kebutuhan air.



Gambar 2, Sistem Pengembangan Panas Bumi HDR di Falkenberg, Jerman

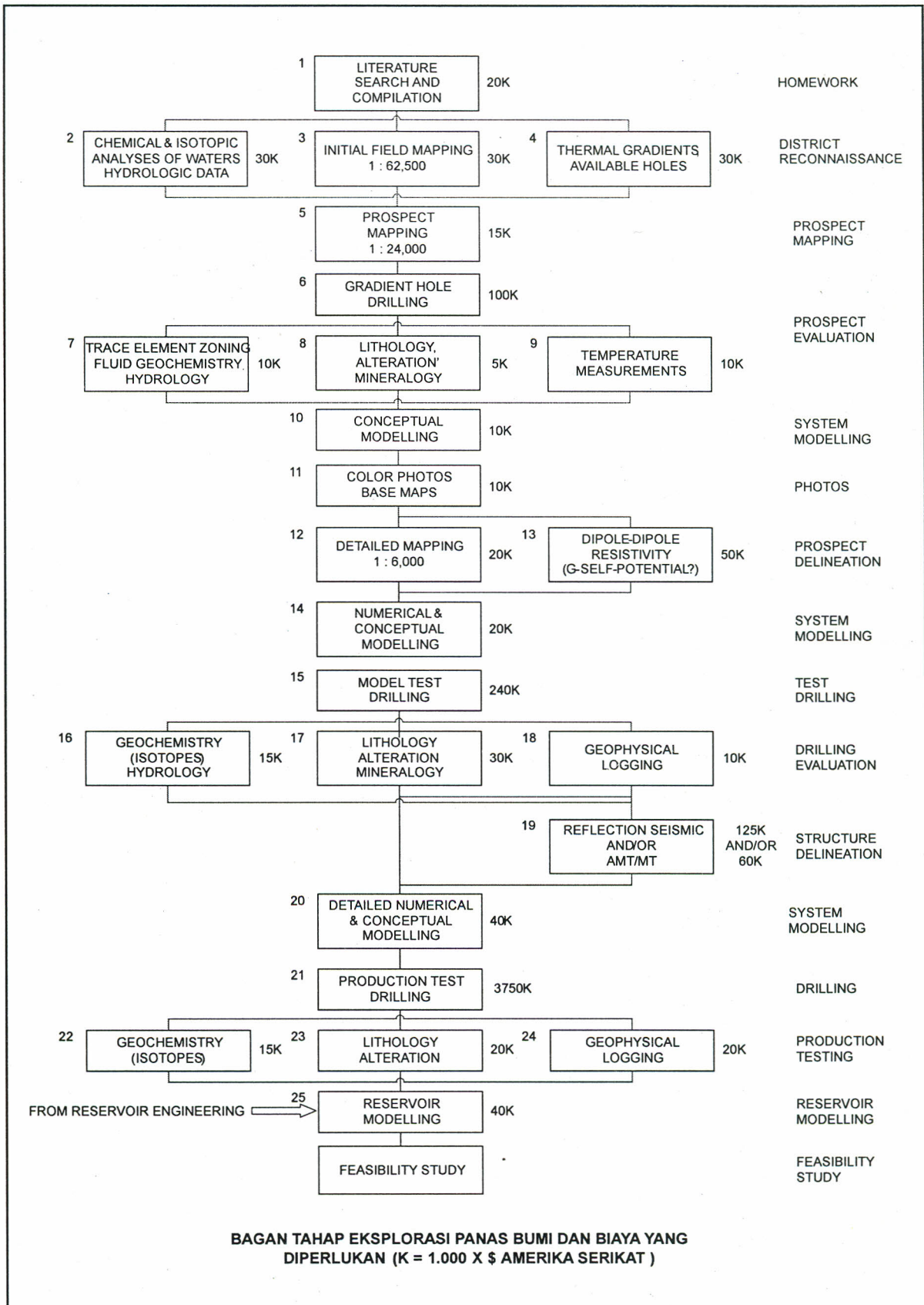
2. Percobaan ini juga ditujukan untuk memantau perubahan tekanan dan temperatur uap panas yang keluar dari sumur produksi dari waktu ke waktu dan pengukuran jumlah uap panas yang dihasilkan, sehingga dapat ditentukan kapasitas uap panas bumi buatan yang dihasilkan. Bersamaan percobaan ini juga dilakukan pemantauan kebutuhan air sebagai bahan baku uap panas yang diperlukan oleh perbandingan antara kebutuhan air dan produksi uap sehingga bisa diperkirakan potensi tenaga listrik yang dihasilkan.
3. Menentukan ukuran rekahan batuan dalam reservoir buatan dengan menggunakan metoda seismik pasif yang didasarkan atas gelombang yang terjadi pada saat pemecahan batuan. Semula pengukuran dilakukan dengan penempatan geophone dipermukaan, namun hasil pengukuran kegempaan kurang berhasil oleh karenanya dipindahkan ke dalam sumur untuk memperoleh data seismik yang akurat. Maksud pengukuran ini untuk mengamati pembentukan rekahan-rekahan.

4. Pengukuran besar rekahan yang bertujuan untuk mengamati pengaruh antara rekahan buatan dan rekahan alamiah. Pengukuran ini digunakan alat FEL (Focused Electrical Log) yang menghasilkan tahan jenis batuan dan temperature reservoir buatan.
5. Disamping itu juga diamati kemampuan peralatan yang digunakan dan pengamatan sifat kehausan sehingga dapat diperbaiki untuk pelaksanaan pengeboran panas bumi HRD pada masa mendatang. Percobaan ini juga dijadikan sebagai percobaan awal dalam rangka pelaksanaan Program Pengeboran Dalam Kontinen dengan kedalaman 10.000 meter (10 KM) yang terletak di sebelah utara kota Munchnen, negara bagian Bavaria. Pengeboran ini sudah dimulai pada Desember 1986.

### 3. TAHAPAN EKSPLORASI

Untuk mendapatkan lapangan panas bumi yang komersial, diperlukan kegiatan eksplorasi secara bertahap. Kegiatan eksplorasi panas bumi pada lapangan panas bumi jalur gunung api atau "convective hydrothermal" melalui 16 tahapan yang memerlukan dana dan waktu yang lama. Tahapan eksplorasi dan perkiraan ongkos eksplorasi sangat diperlukan dalam rangka membangun PLTP di Indonesia, dalam rangka pengawasan pengembangan panas bumi suatu lapangan, penetapan kinerja eksplorasi. Dengan diberikan kesempatan pelelangan areal panas bumi berdasarkan UU No. 27 Tahun 2003 Tentang Panas Bumi, evaluasi kegiatan eksplorasi dan harga lelang memerlukan analisis rasio sehingga pemerintah Indonesia tidak mengalami kerugian. Menurut (Wards S.H dkk, 1982), tahapan eksplorasi panas bumi sebagai berikut :

1. Tahap Studi Literatur yang meliputi pengumpulan daya sekunder, analisa foto udara, studi geomorfologi, geologi regional, geomagnet regional dan laporan geologi lainnya yang berkaitan. Kegiatan ini diperlukan dana 20.000 dolar AS.
2. Tahap Studi Tinjau pada suatu areal yang luas yang ditentukan dari hasil studi literatur. Kegiatannya meliputi pengambilan contoh untuk analisa kimia dan isotop dari contoh air, pemetaan geologi pendahuluan dengan skala tertentu, dan pengukuran gradient geothermal. Kegiatan ini dimaksudkan untuk menaksir temperatur dan kondisi geologi faktual di lapangan panas bumi. Tahap ini memerlukan biaya 90.000 dolar AS.
3. Tahap Pemetaan areal Prospek dengan skala semi rinci pada areal terpilih yang mempunyai peluang besar untuk memperoleh sumber uap panas bumi dari hasil eksplorasi tahap sebelumnya. Kegiatan yang dilakukan meliputi pemetaan struktur geologi dengan tujuan mendapatkan data patahan dan areal reservoir panas bumi. Biaya yang diperlukan 15.000 dolar AS.



Gambar 3. Bagan Tahan Eksplorasi Panas Bumi

4. Penilaian areal prospek yang meliputi kegiatan pengukuran gradien geothermal dengan metoda pemboran dengan biaya 100.000 dolar AS, kegiatan pengamatan unsur kimia jarang, mineral ubahan dan pengukuran temperatur dengan biaya 25.000 dolar AS. Tujuannya memperoleh data geologi bawah permukaan.
5. Sistem modeling dengan kegiatan evaluasi data yang diperoleh sebelumnya sehingga dapat tersusun model panas bumi daerah prospek. Pekerjaan ini memerlukan dana 10.000 dolar AS.
6. Tahap Pembuatan Foto Udara Berwarna dengan sasaran membuat peta dasar rupa bumi (topografi). Tujuannya untuk membuat peta dasar yang akan digunakan untuk pemetaan geologi rinci dan kegiatan eksplorasi lainnya.
7. Tahap Deliniasi Areal Prospek yakni penggambaran areal prospek dengan kegiatan pemetaan geologi skala rinci (1:6000) dan pengukuran tahan jenis (geolistrik) dan potensial diri. Biaya yang diperlukan mencapai 70.000 dolar AS.
8. Tahap Modelling, dengan menggunakan metode numerik dan komputerisasi dengan biaya 20.000 dolar AS.
9. Pemboran Uji dengan tujuan menguji hasil eksplorasi yang dilakukan sebelumnya dengan pemboran uji dengan kedalaman antara 500-800 m. Biaya yang diperlukan 240.000 dolar AS.
1. Evaluasi pemboran dengan melakukan analisa isotop dengan tujuan perkiraan temperatur reservoir, sistem hidrotermal, perkiraan permeabilitas batuan inti bor dan serbuk pemboran, pengamatan mineral ubahan, litologi, logging geofisika. Biaya yang diperlukan mencapai 55.000 dolar AS. Penyelidikan struktur geologi dengan menggunakan metode sismik pantul dengan biaya antara 60.000 - 125.000 dolar AS. Pekerjaan ini dilakukan bila keyakinan penyelidikan sebelumnya masih diragukan.
2. Tahap Sistem Modeling dengan tujuan evaluasi data permukaan dan bawah permukaan yang diperoleh dari pemboran. Pekerjaan khusus ini memerlukan waktu 2 bulan dengan menyerahkan pekerjaan ke pihak ke-3 (konsultan ahli senior 2 orang) dengan biaya 40.000 dolar AS.
3. Pemboran Uji Produksi berdasarkan hasil evaluasi seluruh data yang diperoleh termasuk masukan dari konsultan. Biaya yang diperlukan 3.750.000 dolar AS untuk 3 sumur dengan total kedalaman 1.525 meter.
1. Uji Produksi terhadap hasil pemboran uji produksi dengan kegiatan melakukan analisa isotop, mineral

ubahan dan logging dengan dana 35.000 dolar AS.

14. Tahap Modeling Reservoir dengan menggunakan perencana reservoir dengan biaya 40.000 dolar AS.
15. Studi Kelayakan untuk pengembangan, konstruksi

Dari uraian tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa untuk setiap daerah prospek panas bumi diperlukan dana antara 4.590.000 - 4.655.000 dolar AS. Tahapan eksplorasi dan biaya yang diperlukan tersebut diatas, diambil dari Proyek Pengembangan Panas Bumi di Nevada Utara Amerika Serikat. Kajian eksplorasi ini diperlukan bagi instansi pemerintah yang mempunyai wewenang untuk menerbitkan perijinan usaha pengembangan panas bumi.

#### 4. PENGAWASAN EKSPLORASI

Dalam road map panas bumi, pemerintah menargetkan penggunaan energi panas bumi untuk pembangkit listrik mencapai 9500 MW pada tahun 2025. Pada tahun 2008, sasaran penggunaan energi panas bumi mencapai 2000 MW, bertambah 1.193 MW yang berasal dari WKP yang telah ada. Dalam road map tersebut diharapkan peningkatan pemanfaatan panas bumi yang berasal dari Wilayah Kerja Panasbumi (WKP) baru akan dimulai pada periode 2012-2016. Peningkatan pada periode 2016-2025 sebesar 4.500 MW yang direncanakan seluruhnya berasal dari WKP baru.

Dari program pemerintah pengembangan baur energi tersebut diatas, dalam pengembangan panas bumi diperlukan investasi baik dari swasta nasional maupun swasta asing. Sedangkan eksplorasi panas bumi bisa dilakukan oleh pemerintah. Pertanyaan selanjutnya, hasil eksplorasi yang dilaksanakan oleh pemerintah dan swasta akan dinilai/dihargai berapa oleh pemerintah ?. Penilaian diperlukan dalam proses penawaran pelelangan WKP atau proses divestasi saham kepemilikan.

Untuk mendapatkan jawaban tersebut diatas diperlukan pengawasan terhadap kegiatan eksplorasi secara terus menerus. Sama halnya dengan penambangan minyak dan gas bumi, mineral dan batubara, maka pemegang ijin WKP juga wajib melaksanakan kegiatan eksplorasi seperti yang diatur dalam UU No. 27 Tahun 2003. Biaya eksplorasi dan risiko eksplorasi menjadi tanggung jawab perusahaan yang nantinya akan diperhitungkan sebagai modal awal dalam tahap eksploitasi. Akibat kegiatan eksplorasi, pihak swasta menguasai data kekayaan panas bumi dari pada instansi pemerintah itu sendiri sehingga swasta dapat menggunakan data dan informasi tersebut untuk berbagai kepentingan yang menguntungkan pihak swasta seperti keuntungan memperoleh dana dari pihak ketiga seperti perbankan, dana kerja sama dengan perusahaan lain, dan dana dari bursa saham, rentan dengan penipuan data dan informasi serta dapat dipindah alihkan kepemilikan perusahaan.



Atas dasar tersebut maka diperlukan pengawasan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi panas bumi diantara diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan evaluasi terhadap data eksplorasi, penilaian kembali setiap areal kegiatan eksplorasi panas bumi dan penilaian harga dalam proses pelelangan terutama pelelangan untuk WKP Baru. Hasil eksplorasi panas bumi yang dilakukan oleh instansi pemerintah dan WKP terminasi harus dapat dihargai dengan nilai yang wajar dan layak sehingga posisi tawar menawar pihak pemerintah lebih baik. Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, pada awal 2007 telah menyerahkan 14 WKP baru. WKP dan sebagian daerah prospek panas bumi lainnya telah dilakukan eksplorasi mencapai tahap 10 (sistem modeling) berdasarkan tahapan eksplorasi (Gambar 3) bahkan ada yang telah mencapai tahap 15 (tahap uji pemboran). Bila terjadi pelelangan, terjadi penurunan penilaian atas tahap eksplorasi yang sangat ekstrim misalnya dinilai oleh pengembang hanya tahap 5 (pemetaan areal prospek) berarti data eksplorasi yang dimiliki pemerintah dinilai rendah. Untuk mendapatkan penilaian yang layak, perlu diawasi kebenaran atas data eksplorasi, tahapan, jenis, metode, peralatan yang digunakan, kerapatan pengukuran, korelasi data eksplorasi yang dilaporkan serta pengawasan terhadap tenaga ahli eksplorasi. Manfaat utama dari pengawasan eksplorasi, instansi pemerintah memperoleh kebenaran data yang dilaporkan, mencegah penggunaan data yang tidak benar sejak awal terutama pada tahap rancang bangun PLTP, serta dapat meningkatkan posisi tawar menawar pemerintah. Tahapan eksplorasi, anggaran biaya eksplorasi dan pengalaman pengembangan panas bumi di negara lain dapat digunakan sebagai pembandingan.
2. Perlu ditetapkan standar atau pedoman evaluasi laporan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi panas bumi. Pedoman ini diperlukan sehingga terdapat ketentuan minimal yang harus dilaksanakan oleh pengembang. Pihak penilai juga berkerja dalam rambu pedoman/standar sehingga tidak terjadi permintaan diluar rambu pedoman.
3. Evaluasi terhadap kegiatan eksplorasi yang dilaksanakan oleh WKP yang berkaitan dengan sasaran penggunaan panas bumi tahun 2008 sebesar 1.193 MW. Indonesia memiliki 7 WKP yang telah berproduksi dan meningkatkan kapasitas pembangkit. Pada tahun 2006-2007, direncanakan akan terjadi penambahan kapasitas terpasang listrik panas bumi di Sibayak (2 x 5,1 MW), Wayang Windu (110 MW),

Kamojang Unit-4 (60 MW), Darajat Unit-3 (110 MW) dan Unit-4 (145 MW), Dieng Unit-2 dan Unit-3 (2 x 60 MW) dan Lahendong 2 x 20 MW sehingga jumlah seluruhnya mencapai 595,2 MW atau hanya 49,9% dari sasaran pembangkit tahun 2008 (Pusat Sumber Daya Geologi, 2006). Bila dibandingkan antara kondisi lapangan dan rencana pemerintah, tampaknya sasaran penggunaan panas bumi pada tahun 2008 sukar tercapai. Tidak tercapainya, sasaran tahun 2008 bukan berarti road map harus direvisi, seharusnya dikejar pada tahun selanjutnya dalam periode 2005-2025. Permasalahan lain, lapangan panas bumi generasi 2011-2025 termasuk lapangan marginal yang terletak di pulau-pulau kecil.

4. Pengawasan administratif dan pengawasan teknis tahap eksplorasi dan eksploitasi harus diperketat terutama dalam pertetujian terhadap Rencana Kerja dan Anggaran Biaya Tahunan (RKAB). RKAB merupakan awal pengawasan usaha pertambangan termasuk penambangan uap panas bumi. Hal yang penting dinilai dalam RKAB adalah kegiatan eksplorasi dan prosedur, tekanan kepala sumur, temperatur aliran pada kepala sumur, cadangan terbukti di kepala sumur, aspek finansial, pendapatan negara, aspek tenaga kerja, rencana pengadaan fasilitas produksi dan barang modal (master list), pengembangan masyarakat setempat, pencapaian keberhasilan dan sebagainya.
5. Bila pengembangan panas bumi melaksanakan perluasan areal eksplorasi, peningkatan areal produksi uap dan peningkatan kapasitas pembangkit, penilai (evaluator) harus bisa menentukan asal usul investasi. Investasi peningkatan kapasitas produksi bisa saja berasal dari pengembang yang telah dianggarkan dalam biaya operasional yang diperoleh dari penjualan. Apabila pengembang akan melepaskan kepemilikan saham, evaluator harus bisa menentukan harga saham yang layak. Kesukaran dalam penentuan harga saham, biasanya faktor psikologis sangat menentukan dimana harganya tidak berdasarkan perhitungan ekonomi (kasus Bre-X, Busang). Bila investasi diperlakukan sebagai telur ayam, pejabat penilai harus bisa menentukan asal-usul telur ayam tersebut. Kemungkinan pertama, telur ayam berasal dari induknya sendiri, artinya bertambahnya areal produksi dan peningkatan pembangkit berasal dari pendapatan perusahaan yang berasal dari hasil pendapatan yang berjalan. Dengan digunakan pendapatan untuk pengembangan, maka keuntungan perusahaan menjadi kecil bahkan minus. Akibatnya pemerintah tidak

memperoleh pajak badan. Kemungkinan ke-2 telur ayam telur tersebut dibeli dengan dana yang berasal dari luar 100%, artinya investasi berasal dari luar tanpa menggunakan pendapatan hasil penjualan. Evaluasi ini diperlukan dalam rangka pengawasan investasi dan program divestasi terutama yang dilakukan oleh pengembang Penanaman Modal Asing. Hasil evaluasi ini, bisa digunakan dalam peninjauan status lapangan dimasa yang akan datang terutama pada saat Indonesia menggunakan tarif listrik pada tingkat harga yang menguntungkan secara ekonomi.

6. Evaluasi aspek pendapatan negara juga diperlukan sehingga tidak terjadi pengembang panas bumi dengan keuntungan sangat tipis yakni dibawah tingkat bunga perbankan. Bila hal ini terjadi, pengembang lebih baik melakukan terminasi kontrak dan mengalihkan kekayaannya sebagai deposito di perbankan. Dalam evaluasi pendapatan negara, perlu disusun pengelompokan pembangkit panas bumi berdasarkan kapasitas terpasang dan jumlah listrik yang dihasilkan. Minimal dikelompokkan atas 3 kelompok yakni PLTP Sekala Besar, PLTP sekala menengah dan PLTP Sekala Kecil. Untuk kelompok sekala besar, keuntungan minimal yang diterima oleh perusahaan minimal diatas prosentase bunga perbankan rata-rata dalam tahun berjalan yakni lebih besar 7%, 3-4% untuk sekala menengah dan 2-3% untuk PLTP sekala kecil. Penetapan keuntungan minimal diperlukan untuk kepentingan perpajakan yang harus dibayar ke pihak pemerintah. Bila target minimal keuntungan tidak tercapai maka perusahaan pembangkit perlu disehatkan melalui pengawasan dan pembinaan dari instansi pemerintah. Bila perusahaan PLTP mengalami kerugian, perlu diambil tindakan diantaranya mengganti jajaran manajemen dengan memasukkan unsur pemerintah. Manajemen baru harus mampu memulihkan kinerja perusahaan tersebut.
7. Dimasa yang akan datang, pengembang pembangkit energi bersih akan memperoleh pendapatan tambahan dari negara maju dalam kerangka pengurangan emisi gas karbon dioksida. Aspek keuangan ini telah disepakati dalam Protokol Kyoto, tentang pengurangan emisi karbon dioksida. Negara yang tercantum dalam Annex-1 berkewajiban menurunkan emisi gas karbon dioksida rata-rata 5,2% dari emisi 1990 untuk periode tahun 2008-2012 dengan harga 0,8 Kg- Ekuivalen CO<sub>2</sub> per kwh yang dikenal sebagai program CDM (Clean Development Mechanisme, Mekanisme Pembangunan Bersih). Hingga saat ini, CDM dalam pengembangan panas

bumi, formula pendapatan tambahan ini belum disepakati siapa yang berhak mendapatkannya.

8. Hal lain yang perlu disiapkan regulasi tentang kemungkinan pengembangan panas bumi dengan teknologi biner dimana pembangkit listrik panas bumi tidak menggunakan uap panas bumi tetapi menggunakan air panas (hotspring) dengan temperatur antara 100-1400 C dari lapangan panas bumi untuk memanaskan isobutana dan isopentana. Uap yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar turbin. Air panas yang digunakan dimasukkan kembali ke dalam. Teknologi biner panas bumi pertama beroperasi terdapat di komplek Coso Hot Springs (Mojave Desert, AS) dengan kapasitas terpasang 72 MW. Filipina, negara yang tidak memiliki minyak dan gas bumi, telah menggunakan teknologi biner dengan kapasitas pembangkit 125 MW di Mahiao dan 15,7 MW di Makban dan Selandia Baru dengan pembangkit di Rotokawa (30 MW), Mokai (60 MW), Kostarika (Miravalea, 18 MW). Bila teknologi biner digunakan, diperlukan ketentuan tersendiri.

## 5. KESIMPULAN

Secara ekonomis, sumber panas bumi yang dapat dikembangkan sebagai sumber energi pembangkitan listrik terdapat di sepanjang jalur gunung api yang memerlukan eksplorasi secara bertahap dalam waktu lama. Indonesia memiliki prospek dalam pengembangan panas bumi dengan penawaran pada pihak swasta nasional dan asing dalam mengwujutkan program pengembangan panas bumi 9500 MW pada tahun 2025. Pengawasan eksplorasi juga harus ditingkatkan sehingga dapat memberikan sumbangan dalam pendapatan negara disamping pelayanan energi murah.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan setinggi tingginya kepada Dr. Sjafra Dwipa yang bersedia bertukar pikiran, memberi masukan, koreksi dan mendorong untuk penyelesaian makalah ini.

## ACUAN

- Bermen, E.R, 1975, Geothermal Energy, Energy Technology Review no. 4
- Bundesantalt fur Geowissenschaften und Rohstoffe, 1983, Tatig Keitsberich 1981/1982
- Febijanto, Irhan, 2005, Investment Prospect for Power Generator in Indonesia in the framework of CDM, BPPT Seminar "Fuel Utilization & Direction of Future Power Generator Technology in Indonesia", Jakarta, July 21, 2005.
- Herman, D.Z, 2005, Potensi Panas Bumi dan Pemikiran Konservasinya, Buletin Sumber Daya Mineral, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral Volume 1 Nomor 1 Edisi Tahun 2005.
- Mining Journal, London, June 17, 1988, Geothermal Energy : Fuel For The Future.
- Pusat Sumber Daya Geologi, 2006, Kegiatan Inventarisasi, Evaluasi, Eksplorasi dan Konservasi Sumber Daya Mineral Tahun Anggaran 2005.
- Sjafra Dwipa, 2005, Peluang dan Tantangan Pengembangan Panas Bumi, Buletin Sumber Daya Mineral, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral Volume 1 Nomor 1 Edisi Tahun 2005.
- Sjafra Dwipa, 2006, Integrated Geological, Geochemical and Geophysical Survry in Jaboi Geothermal Field, Asia Geothermal Symposium, China
- Ward S.H, Ross H,P, Nielsons D.L, 1982, Exploration strategy for high temperature hydrothermal system in Basin and Range Province, Energy Muinerals, AAPG no. 25 Tulsa-Oklohoma USA.

## TINJAUAN KONSERVASI SUMBER DAYA ASPAL BUTON

Oleh :

Denni Widhiyatna, R. Hutamadi, Sutrisno

Kelompok Program Penelitian Konservasi

### SARI

Aspal Buton merupakan satu-satunya cebakan aspal alam di Indonesia. Aspal Buton telah ditambang oleh PT. Sarana Karya, namun dalam perkembangannya bahan galian ini menghadapi kendala pemasaran, antara lain akibat adanya produk aspal residu dari pengolahan minyak bumi. Jenis ini lebih mudah diperoleh dan murah sehingga memiliki keunggulan dalam penggunaannya.

Cadangan aspal buton yang masih tertinggal tercatat sebanyak 179,1 juta ton dengan sumber daya hipotetik minyak dalam aspal sebesar 10.577.646.000 liter. Upaya memodifikasi produk telah dilakukan oleh pihak terkait seperti membuat BGA (Buton Granule Agregat) dalam beberapa ukuran tertentu, namun belum berhasil meningkatkan daya saing aspal buton di pasaran.

Batugamping sebagai batuan induk dari endapan aspal buton merupakan bahan galian lain yang perlu dikaji lebih jauh kuantitas dan kualitasnya selama kegiatan penambangan aspal. Upaya penanganan batugamping perlu direncanakan dengan baik dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan seluruh potensi cebakan yang ada.

### ABSTRACT

*Asphalt of Buton is just natural asphalt deposit in Indonesia. This asphalt has been mined by PT.Sarana Karya (Persero) but in its development of this content asphalt has marketing constraint because of weakness promotion and in case of presence of asphalt residu from petroleum processing. This type of asphalt is relative easier to be obtained and cheap, though it has speciality for quality.*

*The remaining reserves of asphalt buton are recorded 179.1 million tones with hypothetical resources of 10,577,646,000 liters oil. Modification effort of product has been done by related parties in making Buton Granule Agregat (BGA) of certain scale, but it has not successfully to increase competitiveness of the asphalt marketing*

*Limestone as a host rock of this asbuton deposit is an other material that need to be investigated both its quantity and quality during mining activity of asphalt. Exploiting effort of limestone also has to be planned carefully in order to optimize utilization the existing potential deposits.*

### PENDAHULUAN

Lokasi sumber daya aspal terletak di Pulau Buton, secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. (Gambar 1).

Sumber daya aspal alam di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan satu-satunya endapan aspal alam di Indonesia. Selain di Indonesia, endapan aspal alam terdapat di Kepulauan Trinidad, Albania dan Irak yang dipergunakan untuk pelapis jalan, atap bangunan, mastic flooring, campuran paving dan campuran cat.

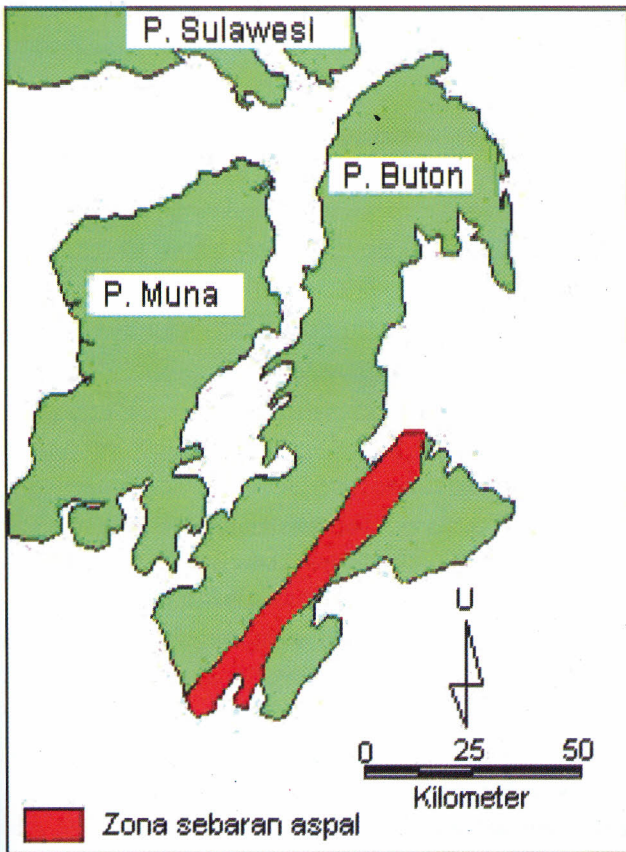
Aspal alam di Pulau Buton ini telah diketahui sejak awal abad ke-20. Penyelidikan pertama kali dilakukan oleh Elbert tahun 1909. Kemudian tahun 1922-1930 oleh Departemen Tambang Pemerintahan Belanda di Hindia Timur. Pada Tahun 1926 aspal Buton dikerjakan oleh N.V. Meijnbouwen Cultuur Maatscappij Boeton sampai terjadinya perang Pasific atas dasar kerja borongan untuk pemerintah sampai tahun 1954. Sejak itu, perusahaan aspal

dikelola oleh Bagian Butas, Kementerian Pekerjaan Umum. Tahun 1962 didirikan Perusahaan Aspal Negara (PAN) sesuai dengan PP No.195 Tahun 1961 yang mengusahakan aspal alam lebih lanjut. Kemudian, berdasarkan PP No.3 Tahun 1984, PAN dialihkan menjadi PT. Sarana Karya.

Endapan aspal pada beberapa lokasi lapangan di Kecamatan Pasarwajo, Kabupaten Buton terdapat pada batuan induk yang berupa batugamping dan napal (Gambar 2 dan 4).

Aspal Buton dapat untuk penggunaan langsung pada pembuatan pelapis jalan. Sejalan dengan kenaikan harga minyak dunia yang sangat tinggi, memberikan peluang untuk memanfaatkan aspal untuk diolah menghasilkan minyak. Sehingga potensi nilai tambah yang dihasilkan dapat lebih optimal dibandingkan untuk penggunaan langsung.

Selain sumber daya aspal, batuan induk berupa batugamping yang akan ikut tergali dalam penambangan berpotensi untuk diusahakan sebagai by product.

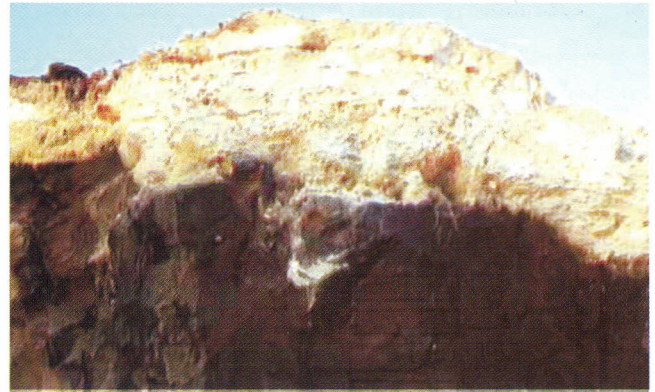


Gambar 1 . Zona sebaran endapan Aspal di Pulau Buton

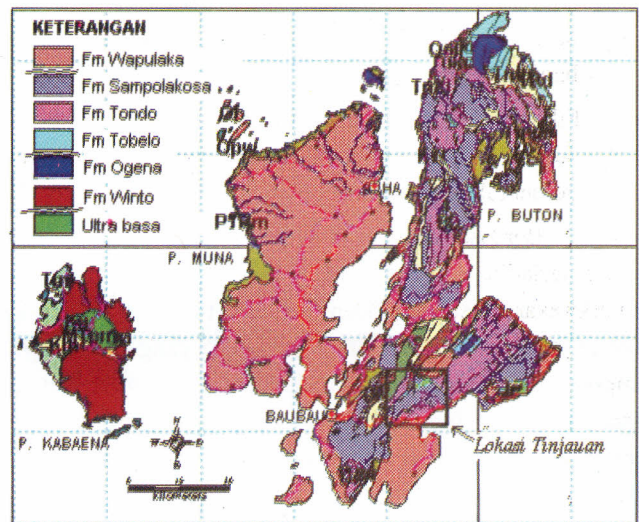
Geologi

Secara regional daerah kegiatan termasuk bagian dari Anjungan Tukang Besi Buton. Pada Trias Akhir hingga Jura Akhir berturut turut diendapkan batuan sedimen Formasi Winto, Formasi Ogena dan Formasi Rumu. Selanjutnya antara Kapur Akhir hingga Paleosen diendapkan sedimen laut dalam Formasi Tobelo tidak selaras diatas Formasi-Formasi yang lebih tua. Pada Zaman Tersier kedalam cekungan Miosen diendapkan batuan sedimen dari Anggota Batugamping Formasi Tondo dan Formasi Sampolakosa. Kedua Formasi ini diduga menjemari dan berumur Miosen. Pada Akhir Tersier diendapkan Formasi Sampolakosa dalam lingkungan pengendapan neritik batial. Sedimentasi cekungan Tersier di daerah ini diakhiri dengan diendapkannya Formasi Wapulaka dan Aluvium pada Zaman Kuarter (Gambar 3).

Peristiwa tektonik yang terjadi pada anjungan Buton Tukangbesi setidaknya terjadi sebanyak tiga kali. Ketiganya turut berperan dalam pembentukan tatanan stratigrafi dan struktur di daerah ini. Struktur geologi yang berkembang terdiri dari antiklin, sinklin, sesar anjak, sesar normal dan sesar geser mendatar. Sesar-sesar utama yang terjadi umumnya mempunyai arah sejajar dengan arah memanjangnya tubuh batuan Pra Tersier dan sumbu cekungan sedimen Miosen.



Gambar 2. Aspal (hitam) berada pada batuan induk batugamping (Tobing, 2004).



Gambar 3. Peta geologi Daerah Lembar Buton

Kegiatan tektonik pada Plio-Plistosen mengakibatkan terlipatnya kembali batuan yang lebih tua (Pra Pliosen) dan menggiatkan kembali sesar-sesar yang telah terbentuk sebelumnya (Sikumbang dkk, 1995).

Daerah penambangan Kabungka merupakan zona antiklinal yang disebut Winto Antiklinal, di bagian atas telah terkikis atau tererosi. Pada umumnya aspal buton ditemukan di puncak atau lereng antiklinal tersebut. Batuan penyusun Daerah Kabungka terdiri dari lima lapisan, yaitu lapisan Winto berumur Trias Atas; lapisan Ogene berumur Yura Bawah, lapisan Tobelo berumur Kapur, lapisan Tondo berumur Neogen Bawah, lapisan Sampolakosa berumur Neogen Atas.

Dari kelima lapisan ini, aspal hanya didapatkan pada batuan gamping dan napal Sampolakosa yang mempunyai kadar bitumen lebih tinggi karena batuan tersebut mempunyai banyak pori.

Mekanisme terjadinya aspal alam hingga kini belum diketahui dengan pasti, beberapa teori cara terbentuknya aspal alam, antara lain menurut Abdul Rosyid, 1996 sebagai berikut :

- a. Cara aliran (overflow) terjadi dalam tiga bentuk :
  - Spring, cairan aspal yang terbentuk dalam bumi muncul ke permukaan melalui celah, rekahan dan patahan.
  - Lake, aspal cair mengalir ke permukaan bumi melalui celah atau patahan kemudian mengendap dalam cekungan.
  - Seepage, aspal yang terdapat dalam batuan, kemudian mengalir ke bagian yang lebih rendah disebabkan tekanan material di sekitarnya atau karena panas matahari.
- b. Impregnasi aspal dalam batuan (impregnating rock), aspal yang cair mengalir dan masuk pada pori-pori batuan yang dilaluinya, sehingga bersatu dengan batuan di mana aspal itu mengalir.
- c. Filling vein, aspal yang cair mengalir melalui patahan dan akhirnya mengisi patahan tersebut hingga berbentuk seperti urat (vein).

Berdasarkan pengamatan dan pendapat beberapa pakar, terjadinya aspal yang berada di daerah Kabungka diperkirakan merupakan hasil dari impregnasi aspal cair ke dalam batuan di sekelilingnya atau yang dilaluinya. Impregnasi tersebut berkisar antara 1% sampai 40%. Batuan yang berkadar bitumen antara 10% hingga 40% pada umumnya membentuk sheet structure, yaitu lapisan aspal dengan ketebalan kecil menyebar luas ke seluruh batuan sampingnya (country rock) namun belum diketahui hubungan lapisan aspal yang terdapat pada masing-masing lapangan. Gejala yang umum terdapat dari lapisan aspal ini adalah pembajian (wedging out) seperti yang diperlihatkan pada gambar 6 dan 7.

Terjadinya aspal di Buton Selatan dibatasi zone patahan sepanjang bagian timur sisi Lawele graben, sedangkan lainnya mengarah ke timur laut barat daya. Patahan juga ditemukan di timur graben Lawele dan pegunungan Lawele (patahan Kamaru dan patahan Ondola).

**SUMBER DAYA ASPAL BUTON**

Berdasarkan data PT. Sarana Karya, potensi aspal buton (asbuton) berjumlah sekitar 184 juta ton dengan kadar aspal 15 - 35%. Secara umum keterdapatannya aspal buton terletak hanya antara 1,5 - 10 meter di bawah permukaan tanah. Lokasi aspal buton ini terdapat pada lima daerah yang dianggap ekonomis yaitu Waisiu, Kabungka, Winto, Wariti dan Lawele (Tabel 1), meliputi areal seluas 70.000 Ha yang membujur dari Teluk Sampolawa di sebelah selatan sampai Teluk Lawele di sebelah utara dalam suatu graben di selatan.

Saat ini aspal buton telah dikelola oleh PT. Sarana Karya dengan kuasa pertambangan eksploitasi aspal mulai berlaku tanggal 1 Januari 1991 s/d 1 Januari 2001 dengan

wilayah konsesi seluas 8.000 Ha dengan produksi kurang dari 500 ribu ton per tahun.

Tabel 1. Estimasi cadangan aspal Buton pada daerah konsesi PT. Sarana Karya

No.	Lokasi	Cadangan (ton)	Kadar Aspal (%)
1	Waisiu	100.000	± 35
2	Kabungka	60.000.000	15 - 35
3	Winto	3.200.000	25 - 35
4	Wariti	600.000	± 30
5	Lawele	100.000.000	15 - 30

Data cadangan berdasarkan hasil pengumpulan data-data pemboran eksplorasi yaitu sebesar 184 juta ton, sedangkan jumlah produksi dari sejak tahun 1926 sampai 2002 sekitar 4,9 juta ton, hal ini menunjukkan bahwa sisa cadangan relatif masih cukup besar.

Sebagai contoh pada penampang lapangan Galababi (Gambar 6) di daerah Winto terlihat jelas endapan aspal yang berupa lensa lensa dimana keterdapatannya tidak menyambung dan ketebalan lapisan aspalnya pun bervariasi antara 2 - 13 m. Ketebalan lapisan tanah penutup relatif sangat tipis sekitar 1 m - 6 m.

Penambangan yang dilakukan baru mencapai kedalaman 2 - 10 m, sehingga dapat diperkirakan masih cukup tebal lapisan endapan aspal yang belum ditambang, kondisi ini diperlihatkan pada Gambar 6 dan 7 yang memperlihatkan penampang vertikal hasil pemboran dan penambangan yang masih menyisakan cadangan aspal yang relatif besar.

**KEGUNAAN ASPAL BUTON**

Aspal buton dapat digunakan antara lain untuk :

- Perkerasan/lapisan permukaan sebagai pengganti aspal minyak.
- Asbuton Tile (Tegel Asbuton)
- Block Asbuton antara lain untuk trotoar.
- Mengekstraksi bitumen dari asbuton.
- Melapis bendung/embung agar kedap air.

Asbuton cocok untuk konstruksi berat karena aspal hasil ekstraksi dari asbuton tidak mengandung parafin dan sedikit kadar sulfur sehingga kualitasnya lebih tinggi

Pengolahan dengan pemanas putar (Gambar 5) dengan hasilnya berupa aspal butiran (BGA/Buton Granule Asphalt) dengan kandungan bitumen antara 20 hingga 25%.

Aspal Buton dapat digunakan sebagai lapis permukaan jalan, fondasi atas jalan (asphalt treated base) dan

fondasi bawah jalan (asphalt treated sub base) yang dapat dilakukan dengan cara campuran panas (hot mix) atau campuran dingin (cold mix).

**Campuran dingin (Cold Mix)**

Aspal + bahan peremaja + agregat/pasir dicampur secara dingin di dalam Concrete Mixer, kemudian dihamparkan dan dipadatkan di jalan. Lapis Asbuton campuran dingin telah digunakan di seluruh Indonesia sebagai lapis asbuton agregat dan lapis tipis asbuton pasir.

**Campuran Panas (Hot Mix).**

Asbuton + Bahan Perekat + agrregat dicampur dengan pemanasan di dalam Asphalt Mixing Plant (AMP). Pertama kali dicoba untuk pengaspalan ruas jalan Cimahi Padalarang di tahun 1956/1957, pada tahun 1972 di ruas jalan Jakarta Cikampek dan tahun 1973 di ruas jalan Banyudono Kartosuro. Untuk ruas jalan Cimahi Padalarang baru pada tahun 1978 direhabilitasi.

Produk PT. Sarana Karya terbaru adalah Buton Granular Asphalt (BGA) yaitu produk aspal alam yang siap pakai dengan mutu yang terjaga serta telah diproses sedemikian rupa sehingga bitumennya keluar ke permukaan butiran. BGA tersedia dalam kemasan karung plastik 40 kg. BGA degan kemasan kantong jumbo ukuran 1 hingga 2 ton juga tersedia atas permintaan khusus.

BGA mengandung 25% bitumen dan berbentuk butiran halus dengan ukuran maksimum 1,2 mm.

BGA mengatasi berbagai kekurangan yang dijumpai pada asbuton seperti :

- o Kehilangan (loose) yang tinggi.
- o Kadar air yang tidak terjaga.
- o Ukuran butiran yang relatif tidak terjaga.
- o Adanya material asing (lump).

Mutu produk dapat berubah sewaktu diangkut (kadar air, ukuran butiran, cemar).

BGA memiliki keunggulan-keunggulan dibanding produk asbuton sebelumnya yaitu :

- o Kadar aspal lebih tinggi (25%).
- o Kadar air konstan di bawah 2%.
- o Bitumen telah termobilisasi keluar.
- o Kehilangan (loose) sangat rendah.
- o Material asing telah dihilangkan dalam proses.
- o Produk ini dapat digunakan sebagai aditif maupun sebagai substitusi aspal.
- o Mutu campuran aspal menjadi jauh lebih baik dengan harga yang ekonomis.
- o Pengiriman lebih mudah.
- o Perencanaan campuran mengikuti standar Hotmik.

BGA mempunyai kelebihan, yaitu ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan BGA di dalam campuran beraspal akan memperbaiki mutu aspal minyak sehingga perkerasan akan menjadi lebih tahan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas.

Ketahanan terhadap temperatur tinggi. BGA di dalam campuran aspal akan meningkatkan titik lembek (dapat mencapai 50 60 o C ) bitumen sehingga campuran akan lebih tahan terhadap temperatur tropis yang tinggi.

BGA dapat dipergunakan antara lain untuk pembuatan jalan raya, lapangan terbang, lapangan kontainer, seal coat, lapis penetrasi dan slurry seal.

BGA dapat digunakan untuk campuran panas (Hotmix) maupun campuran dingin (coldmix). Perencanaan campuran BGA sama dengan perencanaan campuran hotmix atau coldmix yang standar dan dikenal luas oleh material engineer. Untuk campuran panas, bahan BGA dimasukkan ke dalam Mixer Asphalt Mixing Plant (AMP) melalui elevator filler. Metode pelaksanaan sama dengan hotmix dan menghasilkan mutu campuran yang lebih baik. Untuk campuran dingin BGA dicampur deengan agregat bersama cutback' (MC 800) atau aspal emulsi dengan menggunakan pan mixer.

**Kandungan Minyak**

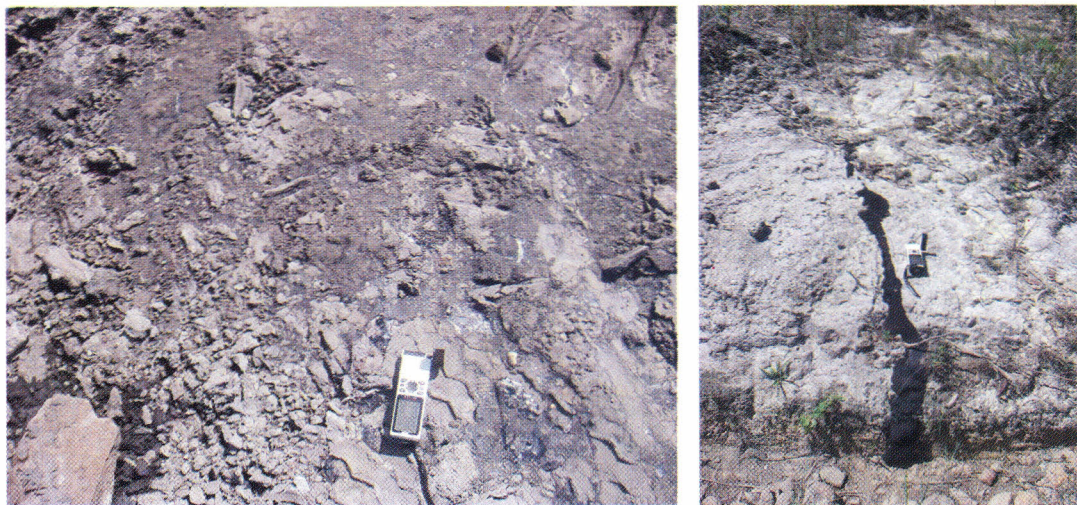
Analisis conto dilakukan untuk 7 (tujuh) buah conto aspal yang terpilih dengan menggunakan metode retort yang dilakukan di Laboratorium Fisika Mineral, Direktorat Inventarisasi Mineral Bandung.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, menunjukkan besarnya kandungan rata-rata minyak pada conto batuan aspal yaitu 59,06 liter/ton, apabila dikalikan dengan besarnya cadangan aspal sebanyak 179,1 juta ton maka sumber daya hipotetik minyak dalam aspal buton di wilayah pertambangan aspal ini sebanyak 10.577.646.000 liter, conto tersebut diambil di Lapangan Kabungka dan Lawele.

Tabel 6. Hasil analisis kandungan minyak pada aspal

No	Nomor Conto	Kandungan		Specific Gravity	
		Air (L/Ton)	Minyak (L/Ton)	Batuan	Minyak
1	PW/R/01	50	50	1,65	0,85 *
2	PW/R/03	90	76	1,29	0,82 *
3	PW/R/04	39	32	1,22	0,87 *
4	PW/R/05	70	6,7	1,41	0,83 *
5	PW/R/06	65	80,7	1,40	0,81 *
6	PW/R/07	85	70	1,45	0,91 *
7	PW/R/11	55	98	1,41	0,80 *

Catatan : \* Minyak + Tar



Gambar 4. Singkapan Aspal Buton di Kabungka Lapangan F (kiri),  
Lelehan Aspal pada Singkapan di Kabungka Lapangan E (kanan)



Gambar 5. Pemanas putar untuk menghasilkan BGA (kiri), BGA yang sudah di dalam karung ukuran 40 kg,  
siap untuk dipasarkan (kanan)

## PENAMBANGAN

Pembukaan lahan dilakukan secara bertahap, dengan perhitungan bahwa lahan yang dibuka tidak terlalu luas agar dapat mencegah erosi. Tanah pucuk yang mempunyai kandungan unsur hara (humus) yang sangat dibutuhkan tanaman dikupas terlebih dahulu dengan bulldozer sesuai dengan ketebalannya sehingga tidak tercampur dengan material lain, kemudian ditimbun di lokasi tersendiri yang selanjutnya dimanfaatkan untuk penimbunan kembali lahan bekas tambang. Lapisan tanah penutup relatif tipis pada kisaran 1,7 m - 8,7 m.

Pengupasan tanah penutup dilakukan menggunakan bulldozer yang selanjutnya ditimbun di tempat penimbunan yang telah disiapkan atau langsung ditimbun di daerah bekas tambang (back filling).

Reklamasi pada bekas tambang dilakukan dengan menimbun kembali dan penanaman kembali pada bekas timbunan dengan tanaman keras yang mudah tumbuh dan tahan terhadap kekeringan, seperti Akasia.

Untuk mengatasi longsor yang terjadi pada daerah yang dikupas maupun bekas timbunan, dibuat jenjang sesuai dengan kondisi batuanannya.

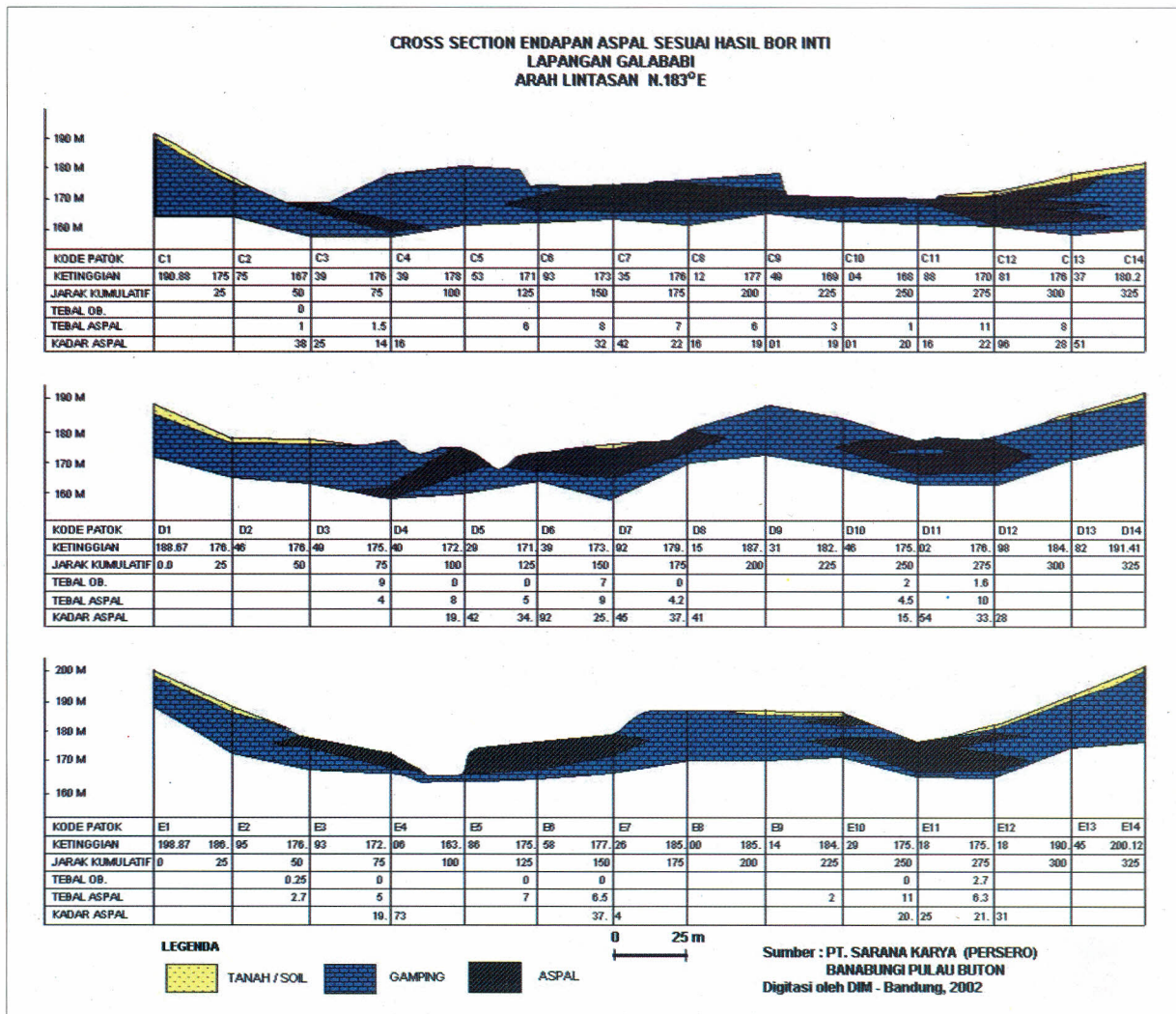
Ketebalan lapisan aspal yang sudah ditambang antara 1,0 m - 10 m, menurut hasil pemboran ketebalan lapisan aspal di semua lapangan bervariasi 2,5 m sampai dengan 11 m. Stripping ratio pada kisaran 0,39 : 1. Rata-rata Stripping Ratio penambangan yaitu 0,48 : 1. Hal menunjukkan bahwa penambangan aspal relatif mudah.

## BAHAN GALIAN LAIN

Endapan aspal terdapat di dalam batu gamping Formasi Sampolakosa yang merupakan hasil impregnasi ke dalam batuan di sekelilingnya atau yang dilaluinya.

Batugamping merupakan bahan galian lain yang umum terdapat di Kecamatan Pasarwajo. Potensi ini ditunjukkan dengan pelamparan yang luas pada Formasi Sampolakosa. Keterdapatannya batugamping dapat ditemukan di sepanjang jalan antara Baubau - Pasar Wajo di daerah sekitar km 22 dari Baubau sebelum jembatan sungai





Gambar 6. Penampang litologi hasil pemboran inti di lapangan Galababi (Sumber data PT. Sarana Karya)

Kaongkeongkea, saat ini banyak digunakan untuk material campuran bangunan atau pembuatan batubata (Gambar 8).

Hasil analisis contoh batugamping di beberapa tempat diperoleh nilai rata-rata CaO sebesar 52,23% dengan kadar MgO rata-rata 1,49% hal ini menunjukkan bahwa batugamping tersebut memenuhi syarat kualitas untuk bahan baku semen portland, oleh karena itu perlu dipertimbangkan pemanfaatan yang optimal yang sesuai dengan spesifikasi bahan galian agar memiliki nilai tambah yang tepat.

Penambangan aspal buton dilakukan dengan metode tambang terbuka, dengan menggali tanah penutup dan batuan di atasnya termasuk batugamping tersebut. Oleh karena itu perlu direncanakan penanganan batugamping yang terganggu karena proses penambangan tersebut. Menempatkan batugamping di suatu tempat atau memanfaatkannya merupakan hal yang perlu ditempuh agar optimal dalam pengelolaan bahan galian. Apabila batugamping tersebut belum dimanfaatkan maka perlu disimpan di suatu tempat tertentu yang tidak akan mengurangi kualitas bahan galian tersebut.

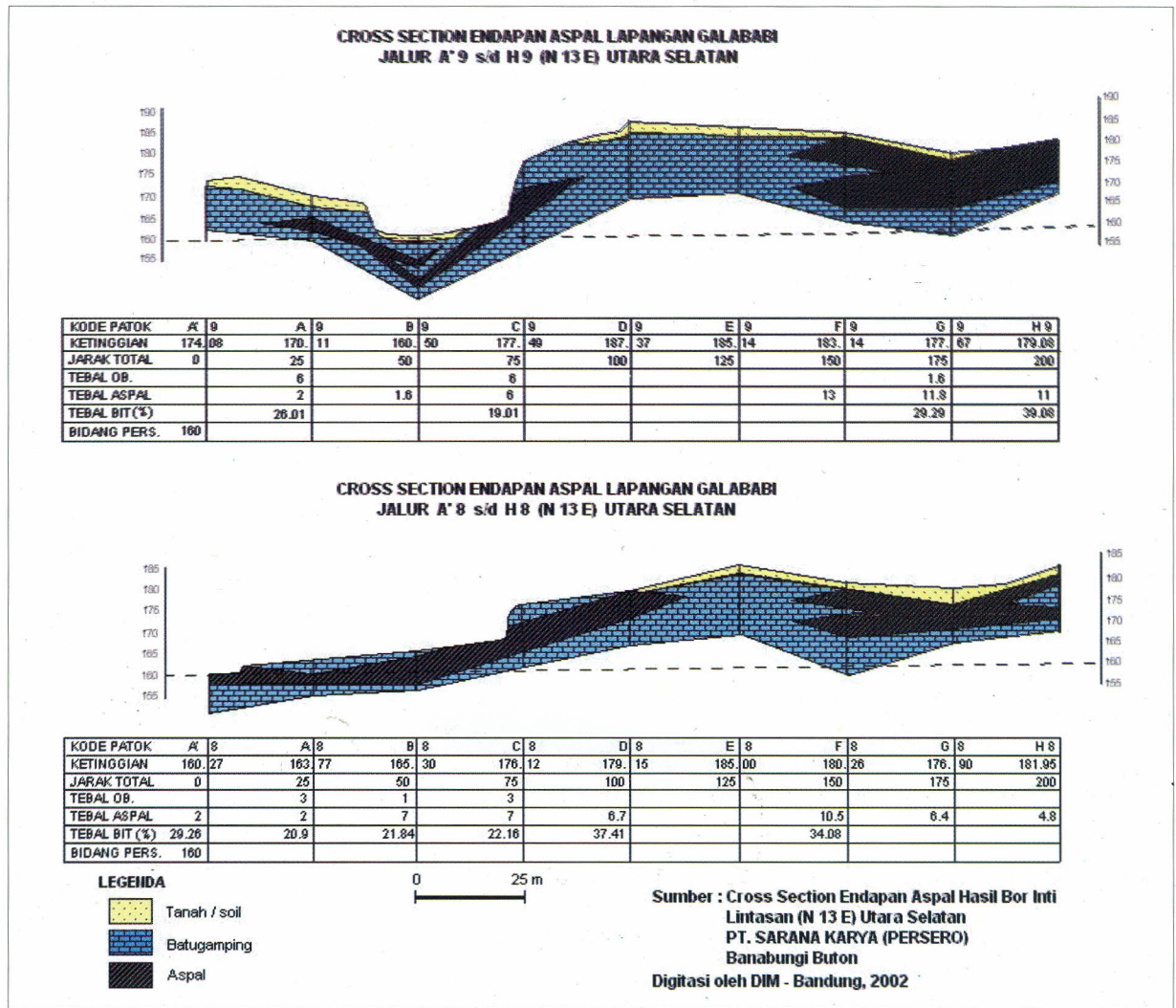
**BAHAN GALIAN TERTINGGAL**

Dalam proses penambangan bahan galian umumnya tidak semua sumber daya dan cadangan dapat ditambang karena beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain keterbatasan teknologi, kondisi sosial, geologi dan pemasaran, hal ini disebut sebagai sisa sumber daya dan cadangan atau bahan galian tertinggal.

Adapun dari sisa cadangan bahan galian asbuton yang ada pasca penambangan saat ini antara lain :

- o Asbuton dengan kualitas kandungan bitumen rendah.
- o Asbuton yang tidak dapat ditambang karena kondisi geologi setempat.
- o Asbuton yang tidak dapat ditambang karena sudah berada di bawah permukaan laut.

Upayaupaya penanganannya seperti di daerah bekas tambang dilakukan penimbunan dan reklamasi dengan cara tertentu yang apabila pada suatu saat mempunyai nilai ekonomi dapat diusahakan kembali dengan proses penggalan lebih mudah.



Gambar 7. Penampang endapan Aspal di Lapangan Galababi Winto (Sumber data PT. Sarana Karya)



Gambar 8. Batugamping di sekitar Kaongkeongkea km 22 dari Baubau

**KESIMPULAN**

Berdasarkan data hasil pemboran eksplorasi, cadangan aspal buton di pada wilayah konsesi PT. Sarana Karya sebesar 184 juta ton sedangkan jumlah produksi sejak tahun 1926 sampai 2002 tercatat sebanyak 4,9 juta ton, hal tersebut menunjukkan cadangan tersisa masih sangat besar yaitu 179,1 juta ton. Sumber daya hipotetik minyak pada aspal buton tersebut sebanyak 10.577.646.000 liter.

Penambangan aspal relatif mudah, cukup dengan rata-rata stripping ratio 0,48 : 1.

Dari segi kualitas, produk berupa Buton Granular Asphalt (BGA) memiliki beberapa kelebihan, seperti :

- o Ketahanan deformasi yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan BGA di dalam campuran beraspal akan memperbaiki mutu aspal minyak sehingga perkerasan akan menjadi lebih tahan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas.
- o Ketahanan terhadap temperatur tinggi, BGA di dalam campuran aspal akan meningkatkan titik leleh bitumen (sekitar 50 - 60 o C) sehingga campuran akan lebih tahan terhadap temperatur tropis yang tinggi.

Pengembangan BGA dapat memberikan peningkatan kualitas dan nilai manfaat aspal buton.

Aspal buton umumnya terdapat dalam batuan induk berupa batugamping, apabila dilakukan penambangan aspal maka harus mempertimbangkan pemanfaatan/penanganan batugamping yang ikut tergali atau terganggu.

Potensi batugamping yang relatif berlimpah dan memenuhi syarat kualitas bahan baku semen portland potensial untuk dikembangkan.

Adanya kandungan minyak dalam aspal buton merupakan alternatif pemanfaatan bahan galian tersebut selain untuk bahan konstruksi. Dengan harga minyak yang membumbung tinggi, maka penggunaan aspal dengan mengolah menjadi minyak merupakan alternatif pemanfaatan yang semakin prospektif untuk mendapatkan nilai tambah yang lebih optimal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ir. Sabtanta Joko Suprpto Koordinator Kelompok Program Penelitian Konservasi, Pusat Sumber Daya Geologi yang telah mendorong tim penulis untuk menyusun makalah ini.

#### ACUAN

- Abdul Rosyid, 1998. *Pertambangan Aspal Alam Pulau Buton*, PPTM, Bandung
- AJM, 1999. *Operating Mines (CoW and KP) Asian Journal Mining*, Indonesia Mineral Exploration and Mining, Directory 1999 / 2000, p.199-200.
- Hardjono, 1966. *Laporan Singkat Tentang Hasil Eksplorasi Endapan Aspal di Lapangan D dan E Daerah Kabungka Buton, Sulawesi Tenggara*, Direktorat Geologi, Bandung.
- Sikumbang, N, Sanyoto.P, Supandjono, R.J.B dan Gafoer.S, 1995. *Peta Geologi Lembar Buton*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, Sekala 1 : 250.000.
- Subarnas, S, dkk, 2001. *Penyelidikan Pendahuluan Endapan Bitumen Padat Di Daerah Pasarwajo Dan Sekitarnya, Kabupaten Buton, Propinsi Sulawesi Tenggara*, DIM, Bandung.
- Suhala, S, Sudradjat A, Mulyono, 1996. *Bahan Galian Industri*, PPTM, Bandung.
- Suryana, A., Tobing, S.M, 2002. *Inventarisasi Endapan Bitumen Padat dengan Outcrop Drilling di Daerah Buton Selatan, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara*, Sub Dit Batubara, DIM, Bandung
- Tobing, S.M, 2003. *Prospek Bitumen Padat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara*, Sub Dit Batubara, DIM, Bandung
- Tobing, S.M, 2005. *Inventarisasi Bitumen Padat di Daerah Sampolawa, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara*, Sub Dit Batubara, DIM, Bandung

[http://members.tripod.com/sultra/ASPAL\\_BUTON.htm](http://members.tripod.com/sultra/ASPAL_BUTON.htm)

## TINJAUAN TAILING SEBAGAI SUMBER DAYA

Oleh :

**Sabtanto Joko Suprpto**

Kelompok Program Penelitian Konservasi Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Tailing dari pengolahan bahan tambang, dapat mengandung bahan-bahan atau mineral-mineral yang berpotensi untuk diusahakan secara ekonomis. Selain mempunyai konotasi sebagai limbah, tailing masih mempunyai prospek untuk kembali diusahakan. Hal ini akibat komoditas tertentu yang terkandung saat proses pengolahan dilakukan belum mempunyai nilai ekonomi, atau harga komoditas tertentu mengalami peningkatan, sehingga yang masih terkandung dalam tailing menjadi bernilai ekonomi.

Nilai ekonomi tailing dipengaruhi juga oleh faktor-faktor skala usaha, perkembangan teknologi, aturan perundangan dan faktor perizinan. Pengelolaan tailing untuk pengembangan usaha pertambangan dapat mempunyai kontribusi signifikan pada pengembangan ekonomi di daerah. Oleh karena itu inventarisasi, evaluasi dan pengembangan sumber daya tailing mempunyai arti penting yang sama dengan upaya pemanfaatan cebakan-cebakan in-situ.

### ABSTRACT

*Tailing of mining processing, may contain materials or minerals which may be potential to be utilized economically. Despite having a connotation as waste, tailing may have a significant value of certain mineral resources. This is due to the fact that certain commodity contents have not economic values yet at the time of mine processing, but then this enable to become economical valued commodities as increasing price of them within tailing.*

*The economic value of tailing may be influenced by some factors such as scale of mine, technology development, regulation and permit. Tailing management for development of mining business may have significant contribution for regional economical development. Hence inventory, have the same important meaning as the endeavour in utilization of in-situ deposits.*

### PENDAHULUAN

Pembahasan tentang tailing umumnya dikaitkan dengan limbah beracun berbahaya yang berpotensi mencemari lingkungan. Hal tersebut tidak sepenuhnya benar, karena tailing sebagai ampas dari hasil pemurnian, pencucian atau pengolahan bahan galian dapat berpotensi mencemari apabila masih mengandung unsur toksik, akan tetapi apabila masih mengandung bahan galian yang ekonomis, berpotensi juga untuk dimanfaatkan.

Peningkatan kualitas atau kemurnian bahan galian pada kegiatan usaha pertambangan umumnya dilakukan melalui proses pengolahan. Proses ini dapat berupa pemisahan pengotor agar kualitas menjadi meningkat, pemurnian untuk mendapatkan kadar yang dikehendaki, atau pengolahan untuk mendapatkan semua komoditas ekonomi yang terkandung dalam bahan galian.

Proses pengolahan bahan galian untuk memisahkan komoditas ekonomi dari unsur atau bahan pengotor sangat sulit untuk mendapatkan perolehan (recovery) 100%, yang berarti unsur atau bahan ekonomi tidak seluruhnya dapat terambil. Umumnya perolehan dari proses pengolahan yang berkisar 80% - 90% sudah dikategorikan optimal. Ini berarti

bahwa 10 sampai 20% unsur atau bahan ekonomi akan terbuang atau masih terkandung di dalam tailing atau ampas pengolahan. Bahan atau unsur yang terbuang dapat dijumpai dalam presentase lebih dari 20% apabila kapasitas alat pengolahan memang kurang optimal. Bahkan pada sebagian metode pengolahan hanya mencapai perolehan 40% - 60%, sehingga hampir separuh bahan ekonomi masih terbuang bersama tailing.

Tailing dapat mengandung unsur atau bahan ekonomi dalam kadar yang masih tinggi, atau pada tambang yang mengolah bahan galian dengan cadangan besar, meskipun kadar bahan komoditas ekonomi pada tailing rendah, akan tetapi dengan kuantitas taling yang dihasilkan sangat besar maka secara kuantitas kandungan komoditas ekonomi yang masih terbawa bersama tailing sangat besar juga.

### TAILING BEBERAPA JENIS TAMBANG

#### Tailing Pencucian Batubara

Pada penambangan batubara sering tidak dapat terhindarkan selain batubara ikut tergali juga bahan lain seperti lempung yang tercampur dengan batubara. Sehingga untuk menjaga kualitas batubara yang dihasilkan perlu



Gambar 1. Timbunan batubara halus ampas proses pencucian batubara (Tain dkk, 2001)

melalui proses pencucian. Pada proses pencucian batubara, fraksi halus dari batubara dapat terbawa bersama aliran air yang digunakan untuk mencuci. Sehingga proses pencucian dapat menghasilkan ampas berupa batubara halus yang secara kumulatif dapat dihasilkan dalam jumlah yang besar. Batubara halus ini masih dapat dimanfaatkan, di antaranya untuk bahan briket (Gambar 1).

### Tailing Tambang Kaolin

Penambangan kaolin umumnya dilakukan dengan teknik penambangan terbuka dan cara semprot (hydrauliclicking). Penambangan kaolin di Belitung dilakukan dengan sistim gabungan antara tambang terbuka dan tambang semprot. Artinya endapan kaolin yang telah dikupas tanah penutupnya dengan ketebalan antara 2 m 7 m, disemprot dengan menggunakan monitor tekanan tinggi. Kedalaman penambangan mencapai 15 m atau sangat tergantung pada kadar kaolin pada endapan yang ditambang.

Pada tambang kaolin, untuk mendapatkan kaolin dengan kualitas tinggi perlu dilakukan pencucian untuk menghilangkan bahan pengotor. Kaolin hasil proses pelapukan granit cenderung mengandung juga mineral resisten berupa silika.

Secara umum pengolahan kaolin dilakukan dengan penyemprotan endapan kaolin menggunakan monitor hingga terbongkar dan membentuk lumpur kaolin yang kental. Lumpur ini terbentuk dari campuran mineral kaolin, pasir kuarsa, dan air. Butiran kuarsa sangat membantu dalam pembentukan lumpur. Makin tinggi kandungan pasir kuarsa dalam endapan kaolin yang disemprot, pembentukan lumpur akan lebih cepat dan mudah karena kaolin yang lengket pada kuarsa akan lepas membentuk lumpur. Sedangkan kaolin dengan kadar kuarsa rendah dan kadar kaolin tinggi, maka proses pembentukan lumpur kaolin relatif lebih lambat karena kaolin akan liat, lengket dan membentuk bongkahan



Gambar 2. Tailing berupa pasir kuarsa hasil penyaringan kaolin, Belitung, Babel (Ishlah dkk, 2002)

kaolin dalam lumpur dan ikut terpompa ke tempat penyaringan mekanik. Bongkahan kaolin ini mengganggu proses penyaringan, apabila bongkahan ini dominan pada saringan, alat ini harus dibongkar untuk dibersihkan. Untuk mencegah pengumpulan bongkahan kaolin, dilakukan dengan penyemprotan ulang sebelum dilakukan proses penyaringan serta pemilihan endapan kaolin yang mengandung silika tinggi.

Selanjutnya lumpur kaolin tersebut dialirkan melalui saluran-saluran dan ditampung pada cekungan yang lebih rendah di dalam kolong penambangan yang berfungsi sebagai bak penampung. Dari tempat penampungan, lumpur kaolin tersebut dipompakan ke tempat penyaringan mekanis untuk membuang kotoran organik/tumbuhan dan material kasar.

Proses selanjutnya, lumpur akan disaring melalui saringan dengan ukuran tertentu sebagaimana permintaan pembeli (umumnya 325 mesh) untuk memisahkan kaolin dan pasir kuarsa. Lumpur kaolin hasil penyaringan yang telah bersih dimasukkan ke dalam bak penampungan untuk dilanjutkan dengan proses pengendapan. Proses pengendapan ini dilakukan dengan mendiampkannya.

Endapan kaolin yang diendapkan dalam bak penampung, selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan pemanas listrik/oven. Kaolin murni yang dihasilkan digiling menjadi tepung dengan ukuran 325 mesh (setara dengan 45 mikron).

Pasir kuarsa sebagai bagian dari penyusun endapan kaolin, menjadi hasil sampingan dari pengolahan kaolin yang untuk pemanfaatannya langsung pada tahapan pengangkutan. Sehingga nilai ekonomi pasir kuarsa akan meningkat, mengingat tanpa biaya pemisahan dari bahan pengotor.

### Tailing Tambang Tembaga

Tambang tembaga di Mimika merupakan tambang terbesar di Indonesia dan termasuk ke dalam tiga besar di

dunia. Cadangan emas sebagai mineral ikutan merupakan yang terbesar di dunia. Cebakan bijih utama berupa tipe porfiri Cu-Au dan tipe skarn, mempunyai cadangan per 31 Desember 2005 sebesar 40,3 milyar pon logam tembaga, 43,9 juta ons logam emas dan 127 juta ons logam perak. Perolehan pada proses pengolahan dengan produk berupa konsentrat adalah sebesar 89% untuk Cu, 83% untuk Au. Kadar logam pada konsentrat adalah sebesar 30% Cu dan 41 gr/ton Au (PT. Freeport Indonesia).



Gambar 3. Pengolahan emas dari tailing tambang tembaga, Mimika, Papua

Dengan recovery (perolehan) pengolahan sekitar 83%, maka emas yang akan terbuang bersama tailing akan berjumlah sekitar 7,463 juta ons. Pada pengelolaan tailing tambang tembaga dengan mengalirkan tailing pada badan air, emas mempunyai berat jenis besar akan terpilah dari bahan ringan, sehingga akan ada pengkayaan kandungan emas, yaitu pengendapan emas akan terjadi pada daerah dengan arus sungai tinggi atau cenderung mengumpul pada bagian hulu (Gambar 3).

**Tailing Tambang Emas Hasil Amalgamasi**

Pengolahan bijih emas pada pertambangan rakyat dilakukan dengan dua cara, yaitu amalgamasi dan sianidasi. Metoda amalgamasi (Gambar 4) mengolah dengan bahan



Gambar 4. Tromol untuk amalgamasi emas menggunakan tenaga air, Bolaang Mongondow, Sulut



Gambar 5. Tailing hasil pengolahan bijih emas sistim amalgamasi, diolah kembali dengan sistim sianidasi, Halmahera Utara

baku berupa bijih emas yang sudah dihancurkan, sedangkan sianidasi mengolah tailing dari proses amalgamasi (Gambar 5).

Pada proses pengolahan menggunakan metoda amalgamasi, bijih berupa urat kuarsa ditumbuk sampai ukuran sekitar 1 cm, selanjutnya dimasukkan ke dalam tromol. Pada tiap tromol diisi bijih sebanyak 1/3 dari volume tromol, merkuri 0,5 1 ons dicampurkan atau jumlahnya tergantung pada kadar emas pada bijih. Penggilingan menggunakan tromol dilakukan rata-rata selama 8 - 12 jam atau tergantung pada kekerasan bijih, dengan putaran ± 60 rpm. Untuk menggerakkan tromol menggunakan tenaga mesin atau aliran air sungai (Suprpto, 2006).

Pengolahan dengan metoda sianidasi menggunakan bahan baku tailing hasil proses amalgamasi mulai marak dilakukan pada tiga tahun terakhir, terutama di daerah Sulawesi Utara dan sekitarnya dengan meniru teknologi dari Filipina (Gambar 5 dan 6). Sebagai akibatnya tailing dari proses amalgamasi yang sebelumnya hanya dibuang, dapat dijual untuk diolah kembali dengan cara sianidasi.



Gambar 6. Pengolahan emas dari tailing hasil proses amalgamasi dengan metoda sianidasi, Bolaang Mongondow, Sulut

### Tailing Tambang Emas Aluvial

Kegiatan penambangan dan pengolahan emas aluvial oleh masyarakat, umumnya tanpa upaya memanfaatkan mineral ikutan, sehingga terbuang bersama tailing. Proses pengolahan di beberapa lokasi tambang yang dilakukan oleh masyarakat, untuk meningkatkan perolehan emas, digunakan merkuri (proses amalgamasi) untuk menangkap emas terutama yang berbutir sangat halus.

Bahan galian yang terkandung pada cebakan emas aluvial, selain emas sebagai komoditas utama, terdapat mineral/ bahan ikutan yang kemungkinan berpotensi ekonomis. Mineral/ bahan ikutan tersebut sebagai matriks maupun fragmen dari endapan aluvial.

Sumber daya emas aluvial pada beberapa daerah prospek, umumnya telah dimanfaatkan, baik oleh pelaku usaha pertambangan maupun masyarakat. Kegiatan penambangan sebagian masih berlangsung sampai saat ini, sehingga sumber daya emas aluvial tersisa dalam kondisi in-situ berjumlah relatif sedikit. Akan tetapi mengingat perkembangan kebutuhan komoditas tertentu seperti zirkon dan pasir besi yang terkandung juga sebagai mineral/ bahan ikutan pada cebakan emas aluvial, maka bahan galian pada beberapa wilayah bekas tambang emas aluvial, khususnya yang tersisa dalam bentuk tailing, dapat diolah kembali untuk memperoleh mineral/bahan ikutannya yang pada masa lalu belum mempunyai nilai ekonomi, Suprpto, 2007(Gambar 7)



Gambar 7. Penambangan ilmenit dari tailing tambang emas aluvial, Monterado, Kalbar

Kandungan mineral ikutan berupa zirkon pada tailing tambang emas aluvial, di beberapa daerah prospek di Kalimantan telah diusahakan, di antaranya bekas tambang emas aluvial di S. Sekonyer (Rohmana dan Gunradi, 2006) dengan sebaran tailing seluas 3.777 Ha dan volume sebesar 94.425.000 m<sup>3</sup> @ 894 gr/m<sup>3</sup> zirkon. Dari pengolahan oleh tambang rakyat telah dihasilkan ± 50.968 ton zirkon, sumber daya zirkon yang masih tersisa ± 33.979 ton. Kandungan emas pada tailing @ 1,986 mg/m<sup>3</sup>, sumber daya emas pada tailing sebesar ± 187 kg berpotensi menjadi produk sampingan dari pengolahan zirkon.

Selain zirkon, tailing tambang emas aluvial dimanfaatkan juga kandungan ilmenitnya (Gambar 7). Pengolahan kembali tailing tambang emas aluvial untuk mendapatkan komoditas ikutannya, umumnya masih menghasilkan juga emas.

### Tailing Tambang Timah Putih

Endapan timah putih tipe aluvial terbentuk dari hasil proses pelapukan mineralisasi tipe greisen, yang terbentuk pada batuan granit. Pelapukan bijih greisen yang diikuti erosi dan transportasi serta pengendapan kembali menjadi endapan aluvial, mempunyai kandungan material penyusun sesuai dengan batuan asalnya. Selain timah putih sebagai komoditas utama disertai mineral ikutan, juga dapat dijumpai endapan kaolin yang mengandung pasir kuarsa.

Penambangan pasir timah pada tailing tambang timah dijumpai di daerah Belitung dan Bangka. Umumnya penambangan berlangsung secara sederhana dengan menggunakan mesin semprot dan sluice box, yang dilakukan secara perorangan dan kelompok tambang (Gambar 8). Penambangan berlangsung di daerah tailing PT. Timah seperti yang ditemukan di sepanjang jalan antara Kelapa Kampit-Manggar-Silingsing-Gantung dan di sekitar tepi jalan raya Tanjungpandan-Badau (Widhiyatna dkk, 2006).



Gambar 8. Penambangan timah putih dari tailing tambang timah putih, Belitung (Widhiyatna dkk, 2006)

Menurut informasi dari penambang, satu unit pengolahan untuk mendapatkan hasil ekonomis, minimal perminggu harus dihasilkan timah sebanyak 100 kg, dengan harga jual yakni Rp. 20.000/kg. Kandungan timah pada tailing dapat mencapai 4550 gram timah perkubik. Kadar timah ini lebih tinggi dari CoG PT. Timah tahun 1994 yakni 300 gram timah per kubik. Kadar timah dalam tailing masih menguntungkan untuk diusahakan meskipun menggunakan peralatan sederhana oleh masyarakat.

Penambangan pasir kuarsa dapat dilakukan juga dari endapan tailing tambang timah. Untuk memperoleh spesifikasi yang diperlukan pasir diolah atau dicuci untuk menghilangkan senyawa pengotornya, dan disaring menurut kebutuhan konsumen, seperti ukuran 80 mesh, 60 mesh, 40 mesh, 24 mesh, dan 20 mesh.

Penambangan pasir kuarsa dari endapan tailing tambang timah yang dilakukan di desa Silingsing Kecamatan Gantung, dilakukan oleh PT. Karya Mandiri. Pasir kuarsa dari tailing digali, diangkut ke tempat proses pengayakan. Ukuran ayakan yakni 24 mesh, 40 mesh, 60 mesh dan 80 mesh. Berdasarkan analisis mikroskopis contoh pasir kuarsa dari tailing timah yang ditambang oleh PT. Karya Mandiri, menunjukkan bahwa kadar kuarsa mencapai 99,98%, ilmenit, piroksen, turmalin, zirkon dan rutil 0,001%, garnet, anatas, leukosin dan kasiterit menunjukkan kadar sangat rendah (trace). Sedangkan analisis dari contoh hasil ayakannya menunjukkan kadar kuarsa 99,98% - 99,99%, zirkon 0,003% - 0,007%, rutil 0,002% - 0,003% dan ilmenit mencapai 0,004% (Widhiyatna dkk, 2006). Sehubungan dengan peningkatan kebutuhan dan harga zirkon akhir-akhir ini, penambangan tailing tambang timah untuk memanfaatkan kandungan zirkonnya juga mulai marak dilakukan (Gambar 9).

Pemanfaatan tailing tambang timah putih untuk pasir bangunan umumnya dilakukan di lokasi bekas tailing tambang timah yang telah ditinggalkan oleh PT. Timah Tbk. Penambangan pasir bangunan tidak memerlukan pengupasan atau pembersihan tanah penutup. Bahan baku pasir bangunan diambil dari bekas tailing timah yang ditambang di Tanjungpandan oleh PT. Bulu Tumbang, umumnya berkomposisi kuarsa dan sedikit felspar dan magnetit.

Dari hasil pengamatan mikroskopik, pasir bangunan tersebut tidak mengandung mineral berat ekonomis, kadar timah sangat rendah. Hasil analisis kimia conto pasir bangunan yang ditambang pada bekas tailing timah menunjukkan kadar 97,5% SiO<sub>2</sub>, 0,9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan 0,06% TiO<sub>2</sub>. Sedangkan pasir hasil cucian menunjukkan kadar 98,2% SiO<sub>2</sub>, 0,6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 0,05% TiO<sub>2</sub>.

Penambangan pasir bangunan hampir sama dengan penambangan pasir kuarsa. Perbedaannya, pada penambangan pasir bangunan tidak dilakukan penyaringan bertingkat, hanya dilakukan pencucian agar pasir bangunan tersebut bebas dari kandungan lumpur, material organik dan lempung. Produksi pasir bangunan yang dilakukan oleh PT Bulu Tumbang ditambang di pinggir Tanjungpandan, diangkut ke pelabuhan menggunakan dump truck, dan dimuat ke ponton dengan kapasitas angkut 1300 ton (Widhiyatna dkk, 2006).

### Tailing Tambang Bauksit

Bahan galian alumina (bauksit) selain sebagai bahan baku logam aluminium dapat pula digunakan sebagai bahan baku keramik berupa alumina (oksida aluminium). Untuk memperoleh kadar alumina yang tinggi bahan galian bauksit terlebih dahulu harus melalui proses pencucian, penggerusan dan kemudian proses pengkayaan alumina dengan menggunakan metoda bayer (Gambar 10).

Pada tailing pengolahan (pencucian) bijih bauksit terdapat kandungan pasir kuarsa yang tinggi, pasir tersebut dibersihkan dari pengotor dicampur semen dengan perbandingan 8 : 1 dapat dijadikan batako dan paving block. Hal tersebut telah diusahakan oleh mantan karyawan PT. Aneka Tambang di Bintan. Selain itu, dari hasil analisis kimia 9 conto tailing terdapat kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> antara 20,56% - 44,64% (Rohmana dkk, 2007).

### PEMBAHASAN

Bahan galian terbentuk di alam umumnya dengan kandungan penyusun yang terdiri dari lebih dari satu macam bahan yang potensial untuk menjadi bernilai ekonomi. Asosiasi kandungan bahan galian dapat berupa mineral/ bahan ikutan atau bahan galian lain yang secara stratigrafis dapat dibedakan dengan sebaran komoditas utamanya.

Mineral/ bahan ikutan pada deposit bahan galian apabila terbawa dalam proses pengolahan untuk mendapatkan komoditas utamanya akan ikut terpisahkan. Bahan ikutan yang terpisahkan dapat menjadi by product, atau kalau belum mempunyai nilai ekonomi akan terbawa dalam tailing. Perolehan pengolahan yang sangat sulit untuk mencapai 100%, dengan pengertian bahwa tailing yang dihasilkan masih mengandung komoditas utama, maka dengan perkembangan teknologi atau perubahan nilai atau harga komoditas tertentu yang terkandung pada tailing, dapat menyebabkan tailing mempunyai nilai ekonomi untuk kembali diusahakan.

Kesalahan perizinan yang dikeluarkan kepada pelaku usaha pertambangan, sebagai misal dalam izin usaha pertambangan hanya menyebutkan komoditas kaolin yang diusahakan, sedangkan kaolin yang diusahakan cenderung mempunyai kandungan pasir kuarsa. Akibatnya pasir kuarsa yang secara otomatis ikut terpisahkan hanya diperlakukan sebagai tailing.

Pengolahan dengan menggunakan teknologi dengan perolehan rendah, tailing yang dihasilkan potensial masih mengandung bahan komoditas utama atau ikutannya dalam kadar yang relatif tinggi. Kondisi ini umum dijumpai pada tailing hasil kegiatan pertambangan rakyat.

Perolehan pengolahan lebih besar 80% umumnya dianggap sudah optimal. Wilayah usaha pertambangan dengan cadangan besar menghasilkan tailing dengan





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



Gambar 9. Pengolahan zirkon dari tailing tambang timah putih, Belitung, Babel (Widhiyatna dkk, 2006)

kandungan komoditas utama pada tailing sekitar 20%, maka nilai 20% dari cadangan asal yang sangat besar dapat berpotensi besar untuk diusahakan, khususnya untuk skala usaha lebih kecil atau pertambangan rakyat.

Perubahan kebutuhan komoditas tertentu yang sebelumnya belum mempunyai nilai ekonomi, atau perubahan harga yang signifikan dari komoditas yang terkandung pada tailing, akan memberikan peluang mengusahakan kembali tailing.

## ACUAN

- Ishlah, T., Pohan., M.P. dan Sukandar, M., 2002. *Pengawasan Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- PT. Freeport Indonesia, 2006. *Grasberg. Buku Pendamping Tur 2006*. PT. Freeport Indonesia, Jakarta.
- Rohmana, Djunaedi, E.K., dan Pohan, M.P., 2007, *Inventarisasi Bahan Galian pada Wilayah Bekas Tambang di Daerah Pulau Bintan, Provinsi Kepulauan Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Rohmana dan Gunradi, R., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah PETI, Daerah Kotarawaringin Barat, Kalimantan Tengah*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

Potensi ekonomia tailing tidak hanya yang berasal dari hasil kegiatan pertambangan rakyat yang umumnya mempunyai perolehan dari pengolahan rendah, akan tetapi dari kegiatan usaha pertambangan skala besar yang meskipun perolehan pengolahan sudah optimal sesuai skala usahanya, akan tetapi menghasilkan sumber daya tailing yang sangat besar yang dapat dimanfaatkan bahan ikutannya atau komoditas utamanya dalam skala usaha yang lebih kecil.

## KESIMPULAN

Tailing atau sering disebut ampas pengolahan dari kegiatan usaha pertambangan, dapat mempunyai nilai ekonomi untuk diusahakan, baik kandungan komoditas utama, bahan ikutannya, atau keseluruhan tailing itu sendiri untuk digunakan antara lain untuk bahan bangunan.

Nilai ekonomi tailing dapat langsung diusahakan saat dihasilkan, yaitu untuk kegiatan usaha pertambangan yang berskala lebih kecil. Nilai ekonomi tailing dapat juga meningkat sebagai akibat harga dari komoditas yang terkandung meningkat, sehingga tailing hasil pengolahan dari tambang lama dapat kembali diusahakan.

Pengusahaan tailing dapat lebih mudah dibandingkan dengan mengusahakan cebakan insitu, hal ini karena umumnya tailing sudah berada pada permukaan atau pada tempat dangkal, sehingga proses penggalian/penambangan kembali memerlukan biaya lebih rendah.

Pengusahaan tailing untuk pengembangan usaha pertambangan dapat mempunyai kontribusi signifikan pada pengembangan ekonomi di daerah. Sehingga inventarisasi sumber daya tailing mempunyai arti penting yang sama dengan deposit yang masih in-situ.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi atas bantuannya, Sutrisno, M.Sc dan Dr. Bambang Tjahyono S, M.Sc atas saran dan koreksinya.

- Suprpto, S.J., 2006. *Sumber Daya Emas Primer Sekala Kecil Untuk Pengembangan Wilayah Pertambangan Rakyat Dengan Konsep Custom Mill*. Buletin Sumber Daya Geologi, Vol-1. No-2.
- Suprpto, S.J., 2007. *Tinjauan Tentang Cebakan Emas Aluvial di Indonesia dan Potensi Pengembangan*, Buletin Sumber Daya Geologi, Vol-2. No-2.
- Tain, Z., Suhandi, Rosjid dan Rohmana, 2001. *Pemantauan dan Pendataan Bahan Galian Tertinggal di Tambang Batubara di daerah Samarinda, Kaltim*, Subdit Konservasi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Widhiyatna, D., Pohan, M.P., Putra, C., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

# Hubbert, M. King

Marion King Hubbert sering disebut sebagai orang yang berkemujuran besar serta dikenal atas kontribusinya yang produktif terhadap riset di bidang keilmuan yang berbeda-beda eksplorasi seismologi, tektonik, aliran fluida dalam batuan, dan penaksiran cadangan minyak dan gas bumi. Fakta menunjukkan juga bahwa Hubbert telah melakukan setiap jenis riset utama kelembagaan kehidupan akademis Universitas Columbia, Industri Perusahaan Minyak Shell, dan Lembaga Pemerintah USGS. Kontribusinya terhadap keilmuan dan masyarakat memenangkan banyak hadiah, penghargaan, keanggotaan, jabatan dosen terkenal, dan medali-medali. Pada tahun 1981 Universitas Columbia memberikan hadiah Vetlesen sebagai penghargaan tertinggi dalam kontribusinya di bidang kebumian dan sering disamakan dengan hadiah Nobel yang diberikan oleh kalangan keilmuan. Ia juga sebagai mahasiswa yang dibiayai oleh Akademi Seni dan Keilmuan Amerika dan sebagai penerima medali Arthur L. Day dan Penrose dari Kalangan Geologi Amerika.

Hubbert yang lahir pada tanggal 5 Oktober 1903 di Negara Bagian San Saba, Texas, tumbuh di arena kehidupan yang keras dan kacau, bekerja di ladang dan pergi sekolah bila sempat. Ia senang menceritakan masa awal kehidupan dan perjuangannya untuk pendidikan perguruan tinggi; banyak diantaranya yang telah disebut secara luas sebagai pujian atas keberanian dan ketabahannya sebagai seseorang yang akan menjadi salah satu "raksasa" geologi abad 20.

Di akhir remajanya, Hubbert menyadari akan kebutuhan stimulasi akademis yang lebih jauh ketimbang yang dialami ketika sebagai siswa di perguruan tinggi junior selama dua tahun. Mengikuti nasihat staf pengajarnya ia mendaftarkan ke Universitas Chicago dan diterima. Pada masa sebelum memperoleh pinjaman uang kuliah, anak muda miskin ini bersikeras menuju ke utara untuk memulai tahun perkuliahannya. Hubbert memulai perjalanan kehidupannya sebagai pekerja ladang

ketika panen gandum di musim panas tahun 1924 di Texas dan Oklahoma. Di Kansas dalam kondisi keuangannya yang sudah sangat menipis ia bergabung dengan kumpulan pekerja rel kereta api untuk memasang rel baja yang berat.

Ia sampai di Chicago tepat waktu untuk mendaftarkan diri pada semester yang sedang berlangsung. Sebagai seorang mahasiswa ia meneruskan perjuangan untuk membiayai hidupnya dengan bekerja di kantor pos, perusahaan telepon, dan sebuah restoran. Ia selalu berkeinginan keras dan hanya mencari pendidikan akademis seluas mungkin. Setelah ketua jurusan fakultas meminta pernyataannya tentang subyek utama mata kuliah Hubbert memilih gabungan pelajaran geologi dan fisika. Sejak saat ini ia mengembangkan penentangan terhadap hal pemujaan benda-benda yang membuatnya merasa lebih nyaman.

Hubbert berhenti sejenak dari kegiatan di Universitas Chicago pada tahun 1926-1927 dan bergabung dengan kelompok geofisika yang telah mengawali pekerjaannya dalam ilmu seismik refleksi. Ia selalu teringat akan pekerjaan yang disukai melihat bagian dalam bumi melalui kembalinya gelombang suara ke permukaan yang menarik perhatiannya pada tahun 1927.

Hubbert terkesan ketika menyandang gelar doktor pada tahun 1937 sebagai pekerjaannya yang mendasar yaitu Penerapan Teori Skala Model Terhadap Studi Struktur Geologi karena semula ia hanya ingin belajar di Universitas Chicago dan tidak berharap untuk memperoleh gelar akademis. Sering ia katakan bahwa pilihan pekerjaan di bidang ini karena keingintahuannya mengapa bumi bisa sekuat baja dan selunak adonan semen halus pada waktu yang bersamaan.

Dari tahun 1937 hingga masa pensiunnya pada tahun 1976, Hubbert sebagai peneliti yang produktif dan kontroversial. Ia mengejutkan komunitas ahli keilmuan selama tahun 1940 an

dengan karyanya tentang Teori Gerakan Air Tanah. Dengan keyakinannya berdasarkan teori dan percobaannya dia berjuang melawan banyak kritikan yang dalam prosesnya telah banyak membuahkan literatur ilmiah yang ketinggalan jaman. Satu dekade kemudian ia akan mempublikasikan salah satu karya tulisnya yang paling terkenal yang disesuaikan dengan pekerjaan risetnya tentang perminyakan. Di dalamnya ia memaparkan pengamatan yang bertentangan dengan suara hatinya bahwa kontak air-minyak dalam ladang minyak bumi tidaklah perlu mendatar. Hal ini dijelaskan dengan variasi pada bagian atas hidrolik sepanjang dasar ladang minyak terkait.

Hubbert meninggalkan Universitas Columbia pada tahun 1941 setelah memangku jabatan sebagai asisten profesor dalam geofisika, dengan prakarsanya yang kurang menggembirakan selama sepuluh tahun untuk lebih memperkenalkan matematik dan fisika ke dalam kurikulum geologi. Ia meluangkan waktu untuk dua tahun berikutnya di Dewan Ekonomi Pertentangan Senjata dimana ia melakukan analisa pengadaan sumberdaya mineral. Setelah bergabung dengan Perusahaan Minyak Shell pada tahun 1943 ia bekerja dengan Willis D.G. untuk menentukan bagaimana fluida meretakkan batuan. Riset ini mengarah ke pengembangan bidang terapan retakan hidrolik yang telah digunakan untuk menemukan ladang minyak bervolume besar yang kemungkinannya tidak bisa ditelusuri dari batuan reservoir. Pada waktu yang bersamaan ia juga bekerja dengan William W. Rubey seorang ahli geologi USGS dalam mencermati mekanis sesar

Ketika Hubbert pensiun dari Shell pada tahun 1963 ia bergabung dengan USGS. Akan tetapi pensiun tidaklah berarti baginya dibandingkan dengan memiliki tempat baru untuk melanjutkan risetnya. Di USGS ia mempercepat pekerjaannya pada penaksiran sumberdaya minyak yang telah diupayakan untuk dicapai hingga derajat yang memadai selama akhir 1940 an dan 1950 an. Di akhir kehidupannya ia akan sering memperbincangkan pekerjaan ini sebagai risetnya yang paling penting; dan juga pekerjaan yang membuatnya bereputasi kurang baik. Hubbert yang selalu memberikan reputasi yang layak mengambil bagian penting gagasannya yang nantinya akan dikembangkan ke dalam teorinya tentang penggunaan sumberdaya minyak secara habis-habisan dari makalah Hewett D.F., 1929, dalam Siklus Pada Produksi Logam yang menurutnya adalah merupakan salah satu karya tulis terbaik yang pernah ditulisnya di USGS.

Hubbert menggunakan sedikit kalkulus diferensial untuk merumuskan gagasan bahwa Hewett telah mengembangkan untuk kawasan pertambangan logam. Dalam pemaparannya pada tahun 1948 sebelum Asosiasi Amerika untuk Kemajuan Ilmu Pengetahuan, Hubbert menyatakan bahwa dengan menggunakan gagasan tersebut ia dapat meramalkan akan tahun terjadinya puncak produksi minyak di Amerika. Industri perminyakan tersebut tidak pernah bereaksi secara formal terhadap pemaparannya ketika akhirnya diterbitkan satu tahun kemudian. Selama awal tahun 1950 an Hubbert mengumpulkan data tambahan dan pada tahun 1956 meramalkan bahwa produksi minyak mentah Amerika akan memuncak dalam sepuluh hingga limabelas tahun (1966-1971). Ramalan ini dan ramalan yang lebih tepat untuk masa yang akan datang dipublikasikan antara tahun 1962 dan 1967 yang akhirnya akan dikuatkan dengan pembuktian kemudian. Waktu yang sebenarnya puncak produksi minyak mentah tersebut adalah pada tahun 1971.

Dengan publikasi ramalan pada tahun 1956 Hubbert tenggelam dalam kontroversi yang tidak semakin berkurang hingga kondisinya membaik memasuki tahun 1970 an. Semua reaksi terhadap ramalan Hubbert adalah negatif. Ketimbang memperhatikan ramalan Hubbert tentang habisnya minyak Amerika, kritiknya cukup keras untuk melawan kesimpulannya. Pasang surut pendapat tidak berubah hingga produksi minyaknya mulai menurun. Kaitannya dengan embargo minyak oleh Arab pada tahun 1973, Hubbert yang telah direndahkan sebagai peramal yang tidak baik telah terbukti sebagai seorang peramal yang baik.

Perlu dicatat walaupun sejarah telah membuktikan bahwa ramalan Hubbert benar, metode yang digunakan telah benar-benar dicermati oleh komunitas di bidang keilmuan. Beberapa kekurangan telah ditunjukkan tehnik analisa

Marion King Hubbert meninggal di Bethesda, Maryland, pada tanggal 11 Oktober 1989.

# GALERI FOTO

Sumber : Koleksi Bidang Informasi ; Komentar : Lano



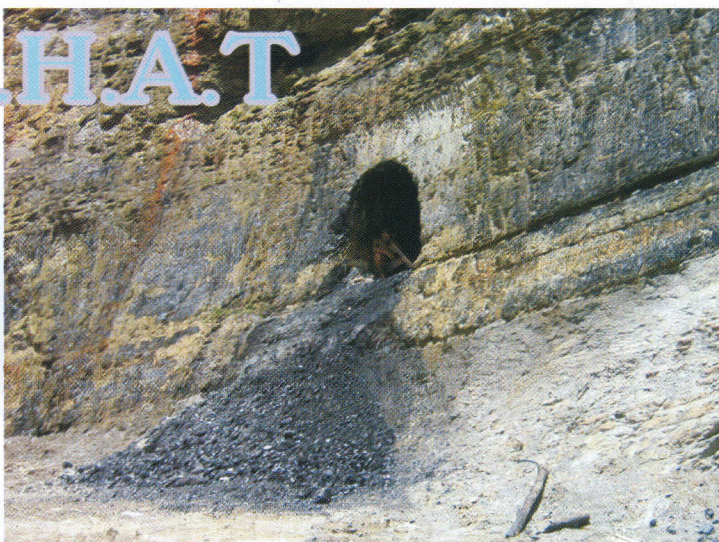


Keterdapatannya Pasir Kuarsa di tepi pantai di Kecamatan Teupah Barat, Kabupaten Simeuleu, Nangroe Aceh Darussalam selain menambah Keelokan Pemandangan wilayah tersebut dapat juga dimanfaatkan untuk industri semen dan juga industri gelas.

# Pasir Kuarsa

## I.S.T.I.R.A.H.A.T

Salah satu bentuk kegiatan penambangan yang sangat beresiko yang dilakukan oleh masyarakat sekitar di wilayah Parambahan-Sawahlunto. Tampak salah satu penambang yang sedang beristirahat di dalam lubang yang dibuat oleh penambang itu sendiri, tentu saja hal ini sangat berbahaya.



## SAMPLE

Salah satu kegiatan eksplorasi berupa Pengambilan contoh batugamping di Kampung Dusner, Distrik Wasior Kota, Kab. Teluk Wondama.



Foto : Sumber : Koleksi Bidang Informasi, komentar oleh Lano

# KAMUS GEOLOGI

## Gabbro

(*Gabro*) Batuan beku plutonik berbutir kasar, tersusun oleh plagioklas basa (labradorit sampai anortit), piroksen, dan olivine. Berwarna gelap. Hornblenda, biotit dan kuarsa terdapat dalam jumlah sedikit. Magnetit, apatit dan ilmenit adalah mineral aksesori yang umum terdapat pada gabro. Secara kimiawi, gabro mempunyai kandungan silika yang rendah dan kandungan Mg dan Ca yang tinggi, sementara cakupan Fe dari rendah (tipe feldspatic) sampai tinggi (ferrogabro).

## Galena

(*Timbal*) PbS, mineral bijih dari timbal. Ditemukan pada urat-urat hidrotermal dan sebagai mineral pengganti. Sering pula mengandung mineral perak. Galena mempunyai bentuk kristal kubik atau oktahedral, berbutir kasar atau halus. Berasosiasi dengan sfalerit sebagai disseminasi dalam urat-urat pada batugamping, dolomit dan batupasir.

## Gas Cap

Akumulasi gas diatas hidrokarbon cair dalam suatu reservoir pada suatu cebakan.

## Geochemical Exploration

(*Eksplorasi Geokimia*) Istilah yang digunakan untuk pencarian endapan mineral ekonomis atau minyak bumi dengan mendeteksi konsentrasi abnormal dari elemen-elemen atau hidrokarbon pada material permukaan atau organisme.

## Geophysics

Ilmu kebumihan dengan menggunakan metoda fisika kuantitatif. Ilmu yang mempelajari fenomena fisika yang berhubungan dengan struktur, kondisi fisika dan sejarah evolusi bumi secara keseluruhan. Cabang ilmunya adalah seismologi, oceanografi, meteorologi dan klimatologi.

## Hematite

Mineral bijih dari besi, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ditemukan sebagai mineral aksesori pada batuan beku (urat hidrotermal), batuan sedimen dan metamorf sebagai unsur primer dan sebagai produk alterasi. Berwarna abu-abu seperti baja atau hitam seperti besi, bentuk kristal rhombohedral.

## Hard Coal

Sinonim dari antrasit, istilah yang biasa digunakan untuk batubara dengan nilai kalori lebih dari 5700 kkal/kg.

## Heavy Mineral

(*Mineral Berat*)

1. Istilah untuk mineral detritusl dari batuan sedimen yang mempunyai gaya berat lebih tinggi dari 2,85. Biasanya membentuk unsur minor atau sebagai mineral

aksesori (kurang dari 1% pada pasir). Contohnya magnetit, ilmenit, zircon, rutil, garnet, turmaline, apatit, biotit.

2. istilah untuk mineral-mineral yang tenggelam dalam bromoform (densitas 2,9).

## Hornblende

(*Hornblenda*) Mineral dari grup Amphibol, NaCa<sub>2</sub>(Mg,Fe<sup>2+</sup>), (Al,Fe<sup>3+</sup>)(Si,Al)O<sub>22</sub>(OH,F)<sub>2</sub>, tersebar dalam batuan beku dan metamorf. Berwarna hitam, hijau gelap atau coklat dan terbentuk dalam kristal monoklin atau dalam bentuk columnar, fibrous atau granular. Merupakan unsur primer dari batuan beku asam dan menengah (granit, syenit, diorit, andesit), sedikit terdapat pada batuan beku basa, dan merupakan mineral yang biasa terdapat pada gneiss dan sekis.

## Hornfels

(*Batutanduk*) Batuan berbutir halus yang terbentuk karena adanya kontak metamorfisma thermal dan tersusun oleh butiran equidimensional tanpa kilap, schistosity, atau kelurusan mineral sehubungan dengan metamorfisma.

## Ilmenite

Mineral, FeTiO<sub>3</sub>, ditemukan sebagai mineral aksesori pada batuan beku, bias terdapat dalam bentuk urat. Berwarna hitam besi, opak, rhombohedral, merupakan bijih penting untuk titanium. Ilmenite terbentuk sebagai mineral aksesori pada batuan beku basa (gabro dan norites).

## Index Fossil

(*Fosil Indeks*) Fosil dengan spesifik karakteristik yang mengidentifikasi lingkungan pengendapan atau umur suatu batuan sedimen dimana fosil tersebut ditemukan. Dicitrakan oleh keberadaannya yang berlimpah, cakupan geografis yang luas serta cakupan stratigrafi yang terbatas

## In Situ

(Dalam bahasa latin berarti 'pada tempatnya') Merupakan istilah yang biasa dipakai untuk membedakan material seperti batuan, mineral, fosil, dsb yang ditemukan pada posisi atau formasi aslinya, dari material yang sudah lepas atau berasal dari tempat lain.

## Geophysics

### Intermittent Stream

Sungai yang mengalir hanya pada saat tertentu dalam satu tahun, ketika menerima air dari mata air atau air hujan.

## Intrusion

(*Intrusi*) Tubuh batuan beku yang memotong batuan yang telah ada sebelumnya, baik karena struktur (kekar, rekahan, bidang perlapisan) atau karena deformasi (batolith, boss, dyke, sill, stock).

-Penny Oktaviani-

### Sumber:

- Glossary of Geology, American Geology Institute, 1980
- The Penguin Dictionary of Geology, 1982

**PEDOMAN PENULISAN**  
Makalah/karya tulis ilmiah  
**BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI**

**ISI DAN KRITERIA UMUM**

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

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

**FORMAT**

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

**Judul (Title).** Pada halaman judul makalah/karya tulis dicantumkan nama setiap penulis dengan jumlah penulis maksimum 5 (lima) orang, nama dan alamat institusi bagi masing-masing penulis; disarankan dibuat catatan kaki yang berisi nomor telepon, faxsimile serta e-mail.

**Sari dan Abstract.** Berisi ringkasan pokok bahasan lengkap dari keseluruhan isi naskah tanpa harus memberikan keterangan terlalu rinci dari setiap bab, dengan jumlah maksimum 250 kata. Sari dicantumkan terlebih dahulu apabila naskah berbahasa Indonesia, sementara Abstract tercantum di bawah Sari; dan berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris. Disarankan disertai kata kunci/keyword yang ditulis di bawah Sari/Abstract,

terdiri dari 4 (empat) hingga 6 (enam) kata. Abstract atau sari yang ditulis di bawah sari atau abstract menggunakan italic font. Apabila naskah menggunakan bahasa Indonesia maka Abstract ditulis dengan huruf miring (italic font) dan ditempatkan dibawah Sari, berlaku sebaliknya apabila naskah ditulis dalam bahasa Inggris.4

**Pendahuluan (Introduction).** Bab ini dapat berisi latar belakang, maksud dan tujuan penyelidikan/penelitian, permasalahan, metodologi, lokasi dan kesempaan daerah serta materi yang diselidiki/diteliti dengan bab dan sub-bab tidak perlu menggunakan nomor. Bab berisi pernyataan yang mencukupi hingga sehingga pembaca dapat memahami dan mengevaluasi hasil penyelidikan/penelitian yang berkaitan dengan topik makalah/karya tulis.

**Hasil dan Analisis (Results and Analysis).** Berisi hasil-hasil penyelidikan/penelitian yang disajikan dengan tulisan, tabel, grafik, gambar maupun foto; diberi nomor secara berurutan. Hindarkan penggunaan grafik secara berlebihan apabila dapat disajikan dengan tulisan secara singkat. Pencantuman foto atau gambar tidak berlebihan dan hanya mewakili hasil penemuan. Semua tabel, grafik gambar dan foto yang disajikan harus diacu dalam tulisan dengan keterangan yang jelas dan dapat dibaca. Font huruf/angka untuk keterangan tabel, gambar dan foto berukuran minimum 6 (enam) point.

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

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

**Ucapan Terima Kasih (Acknowledgements).** Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penyelidikan/penelitian dan untuk pernyataan penghargaan kepada institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penyelidikan/penelitian dan penulisan makalah/karya tulis.



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

Beberapa contoh penulisan sumber acuan :

*Jurnal*

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

*Buku*

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

*Bab dalam Buku*

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

*Prosiding*

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

*Skripsi/Tesis/Disertasi*

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

*Informasi dari Internet*

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

## WEWENANG REDAKSI

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

## PENGIRIMAN NASKAH

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

**Sekretariat Buletin Sumber Daya Geologi**

Sub Bidang Penyediaan Informasi Publik

Gedung Pusat Sumber Daya Geologi

atau

**Gedung Mineral Logam (Lantai Dasar), Pusat Sumber Daya Geologi**

(a.n. Dra. Ella Dewi Laraswati)

Jl. Soekarno-Hatta No. 444 Bandung 40254



*Pimpinan dan staff*  
**Pusat Sumber Daya Geologi**

mengucapkan :

*Selamat Tahun Baru 2008*





ISSN 1907-5367  
  
9 771907 536770