

- **Kajian Endapan Pasir Besi Di Daerah Pantai Selatan Kabupaten Ende, Flores, Provinsi Nusa Tenggara Timur**
- **Konservasi Bahan Galian Upaya Pembangunan Berbasis Geologi**
- **Pedoman Pelaporan Dan Estimasi Sumberdaya Dan Cadangan Batubara**
- **Indonesia CBM Development Challenges and Opportunities**

PENGANTAR REDAKSI

Pembaca yang budiman

Merencanakan suatu kegiatan tidak semudah pelaksanaannya, demikian juga dengan penerbitan Buletin ini. Buletin tidak mungkin terbit tanpa adanya naskah karya tulis/makalah, dan kendala terbesar yang kami hadapi hingga saat ini adalah kurangnya penerimaan naskah untuk penerbitan. Apabila pada kenyataannya lebih dominan nama redaksi berperan sebagai penulis makalah, semata-mata karena dalam upaya penanggulangan kekurangan batas kuota makalah yang harus diterbitkan.

Dalam penerbitan kedua, kami mencoba menampilkan sesuatu yang baru, dimulai dengan mengubah nama *Buletin Sumber Daya Mineral* menjadi *Buletin Sumber Daya Geologi*, hingga upaya penambahan rubrik. Penggantian nama buletin disesuaikan dengan perubahan nama institusi dan juga dimaksudkan untuk dapat menampung lebih banyak gagasan bersifat teknis dan non teknis yang disesuaikan dengan tugas pokok – fungsi (tupoksi) Pusat Sumber Daya Geologi (PMG). Diharapkan buletin ini dapat menjadi wadah penyampaian gagasan dan media komunikasi terutama bagi para pejabat fungsional di lingkungan PMG dan tidak menutup kemungkinan untuk siapapun selain pejabat di dalam maupun di luar institusi, sepanjang karya tulisnya berkaitan dengan tupoksi PMG

Penambahan rubrik dilakukan berdasarkan keinginan untuk dapat tampil lebih baik, dengan menampilkan tema "Tokoh dalam Sejarah" yang mengulas tokoh-tokoh penyumbang tenaga dan pikiran dalam pengembangan ilmu geologi. Di penerbitan mendatang kami berencana menyediakan kolom opini, tempat anda menuangkan gagasan atau kritik yang terkait dengan geologi atau institusi sepanjang bertujuan untuk membangun ke arah yang lebih baik.

Beberapa hal penting yang ingin kami sampaikan sebelum anda menikmati buletin ini adalah, bahwa *Buletin dibuat untuk tempat kita berlatih, media untuk mengemukakan gagasan, diterbitkan agar kita bisa berbagi pengetahuan dan terutama, Buletin ini hanya akan bisa terbit apabila kita berpartisipasi menyumbangkan karya tulis/makalah*. Terlepas dari kelebihan dan kekurangannya, kami mencoba menampilkan yang terbaik untuk anda. Akhirul kata selamat menikmati.

Mei 2006

Penanggung Jawab :

Kepala Pusat Sumber Daya Geologi

Wakil Penanggung Jawab :

Kepala Bidang Informasi

DEWAN REDAKSI

Ketua

Agus Pujobroto

Wakil Ketua

Danny Z. Herman

Anggota

Kusdarto

Bambang Pardiarjo

S.M Tobing

Rahardjo Hutamadi

Herry Sundoro

Siti Sumilah R.S.

Editor :

Sjafra Dwipa

Herudiyanto

Bambang Tjahjono

Teuku Ishlah

DEWAN PENERBIT

Ketua

S.S. Rita Susilawati

Anggota

Ella Dewi Laraswati

Nandang Sumarna

Komaruddin

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

KAJIAN ENDAPAN PASIR BESI DI DAERAH PANTAI SELATAN KABUPATEN ENDE, FLORES, PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Oleh :

Bambang Nugroho Widi, Kisman

Kelompok Kerja Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi

ABSTRACT

Iron as one of primary raw material in steel and construction industry, it's presence and potencies in Indonesia have an important role. Genetically, known 3 formation of iron deposits (1) Primary, (2) Lateritic, (3) Secondary/ reworking process.

Based on the survey conducted in Ende in 2005, the typical of iron deposits in this area is classified into sedimentary iron deposits (due to leaching, transporting, accumulating and depositing in somewhere). The accumulation of magnetite grains suggested is due to by leaching, washing in the long term and occurs intensively, so that produce high magnetite concentration in certain area. The interesting area is spread in four sectors ; Rapo Rindu, Bheramari, Ruku Ramba and Ondorea sectors.

The result of physical laboratory analysis (in concentrate) show the magnetite degree (MD) is vary from 10% to 50%, whereas from chemical analysis known the highest grade reach 37.10% and lowest grade is around.4.4%. However, the everage grade, in general are from 10 to 25%.

According to reconstruction result known that depositional model of iron deposits is lenses form develop well to the eastward and getting poor of iron content to the western area.

The potential of the deposits is obtained from combination between field work and laboratory analysis and for those areas mentioned above the total hypothetic resources is 57.134.358,4 ton (concentrate). It seem the deposits of this area is not economic in mining view because very small (under 100 millions tonnes).

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku besi dalam industri alat berat seperti industri baja/konstruksi, otomotif serta industri alat berat lainnya pada tahun-tahun terakhir ini permintaannya meningkat secara tajam.

Besi sebagai salah satu bahan baku utama dalam industri baja dan industri alat berat lainnya di Indonesia, keberadaannya akhir-akhir ini memiliki peranan yang sangat penting. Potensi sebarannya luas dan banyak di berbagai pulau di Indonesia, seperti di Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, kawasan Nusatenggara, Kepulauan Maluku ~ Papua. Sejauh ini kegiatan eksplorasi dan inventarisasi berkaitan dengan endapan besi tersebut belum dilakukan secara menyeluruh, dan sistimatis.

Keterdapatannya/keterjadian endapan besi dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis. Pertama endapan bijih besi primer, terjadi karena proses hidrotermal, kedua endapan besi laterit terbentuk akibat proses

pelapukan dan ketiga endapan besi sekunder (pasir besi) adalah merupakan kelompok mineral rombakan.

Salah satu potensi endapan besi sekunder yang terdapat di Kepulauan Indonesia terdapat di Kabupaten Ende, Flores, Nusa Tenggara Timur yang secara geologi sangat dimungkinkan untuk terdapatnya endapan pasir besi. Hasil survey tinjau yang di lakukan di beberapa tempat seperti di daerah pesisir selatan Sikka dan Ende menunjukkan nilai kadar Fe_{total} nya mencapai 63% dengan TiO_2 1%. Rata-rata kadar Fe_{total} nya diatas 56% dengan $TiO_2 < 2\%$, (Bambang N.W., 2005).

Daerah kajian endapan pasir besi secara geografis terletak antara $121,45^\circ \sim 121,65^\circ$ BT dan $8,80^\circ \sim 8,85^\circ$ dan secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Ende, Kabupaten Ende, Flores.

Maksud dari kajian ini adalah untuk mengetahui gambaran umum keberadaan potensi sumber daya pasir besi di daerah pantai selatan Kabupaten Ende.

Flores yang diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi investor yang berminat untuk terjun dalam usaha di bidang pertambangan khususnya pasir besi.

METODA

Pemetaan permukaan dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh hubungan antara geologi yang ada dengan pembentukan endapan pasir besi di daerah tersebut.

Pengukuran dengan teodolit jenis TO dilakukan untuk membuat *baseline* dan *crossline* titik-titik pemboran. Penentuan posisi titik pertama dalam pengukuran referensinya adalah dengan data GPS.

Pemboran dilakukan pada daerah pantai yang mengandung pasir besi dengan interval panjang (*baseline*) 400 meter dan lebar (*crossline*) 200 meter. Pekerjaan pemboran dilakukan dengan menggunakan bor tangan (*hand auger*) jenis "Doomer" yang dilengkapi dengan casing berdiameter 2,5 inci.

Proses separasi magnetik dilakukan dengan metode *increment*. Hasil dari *increment* dipergunakan untuk menentukan nilai MD.

Nilai *magnetic degree* (MD) diperoleh dari hasil pengukuran berat konsentrat dibagi berat asal dikalikan 100% rumus yang digunakan :

$$MD = \frac{\text{Berat konsentrat}}{\text{Berat asal}} \times 100 \%$$

Sedangkan untuk mengetahui komposisi dan kadar tiap mineral didalam pasir besi dilakukan analisa unsur Fe₂O₃, Fe_{total}, TiO₂ dan H₂O terhadap sampel yang sudah menjadi konsentrat.

Endapan pasir besi yang dimasukkan ke dalam perhitungan sumber daya terukur mempunyai MD > 7%. Total sumber daya terukur dihitung dengan cara menjumlahkan sumber daya tiap lubang bor, sedangkan sumber daya konsentrat tiap lubang dihitung dengan rumus

$$C = (L \times t) \times MD \times SG$$

Dimana :

C = Sumber daya dalam ton

L = Luas areal pengambilan bor dalam M²

t = Tebal endapan dalam meter

MD = *Magnetic Degree* dalam %

SG = Berat Jenis

GEOLOGI

Menurut N. Suwarna, dkk (1990) urutan pembentukan batuan di daerah ini :

Formation Kiro (Tmk)

Merupakan batuan tertua, berumur Miosen Awal, terdiri breksi, warna kelabu tua-kelabu muda, komponen andesit, basal, berukuran 0,5 – 5cm, lava, andesit-basal, sebagian terker sikan, terkalsitkan dan terkloritkan, kekar lapis, sebagian bersisipan dengan breksi, tufa pasiran dan batupasir tufaan, sebagai sisipan, berlapis 25° – 50° arah jurus baratlaut-tenggara, tebal diperkirakan 1000 meter – 1500 meter. Batuan tersebar di sekitar Kali Kiro, Desa Walogai, Keli Wumbu, Mbotu Mapolo dan Lowo Kepodo, sebagian terdapat dipantai selatan Ende. Formasi ini ditumpangai tidak selaras oleh Formasi Nagapanda.

Formasi Nangapanda (Tmn)

Terdiri dari batupasir, batu tufa berlapis, dan breksi. batupasir, hijau, halus ~ kasar, menyudut tanggung – membundar, padat, berlapis baik.; Breksi, merupakan breksi vulkanik, andesitik-basaltik, menyudut – menyudut tanggung berukuran antara beberapa cm hingga 30 cm. Tebal singkapan mencapai 30 cm. Formasi ini membentuk morfologi cukup terjal. Ketebalan ± sekitar 2000 meter dan menjemari dengan Formasi Kiro di bagian timur, terdapat pada bagian bawah dari Formasi Nagapanda, bersifat endapan darat.

Endapan Teras pantai (Qct)

Satuan ini secara tidak selaras menumpangai satuan lebih tua, terdiri dari sisipan konglomerat dan batupasir kasar agak sedikit karbonatan, umur Holosen.

Endapan Aluvial dan endapan pantai (Qa)

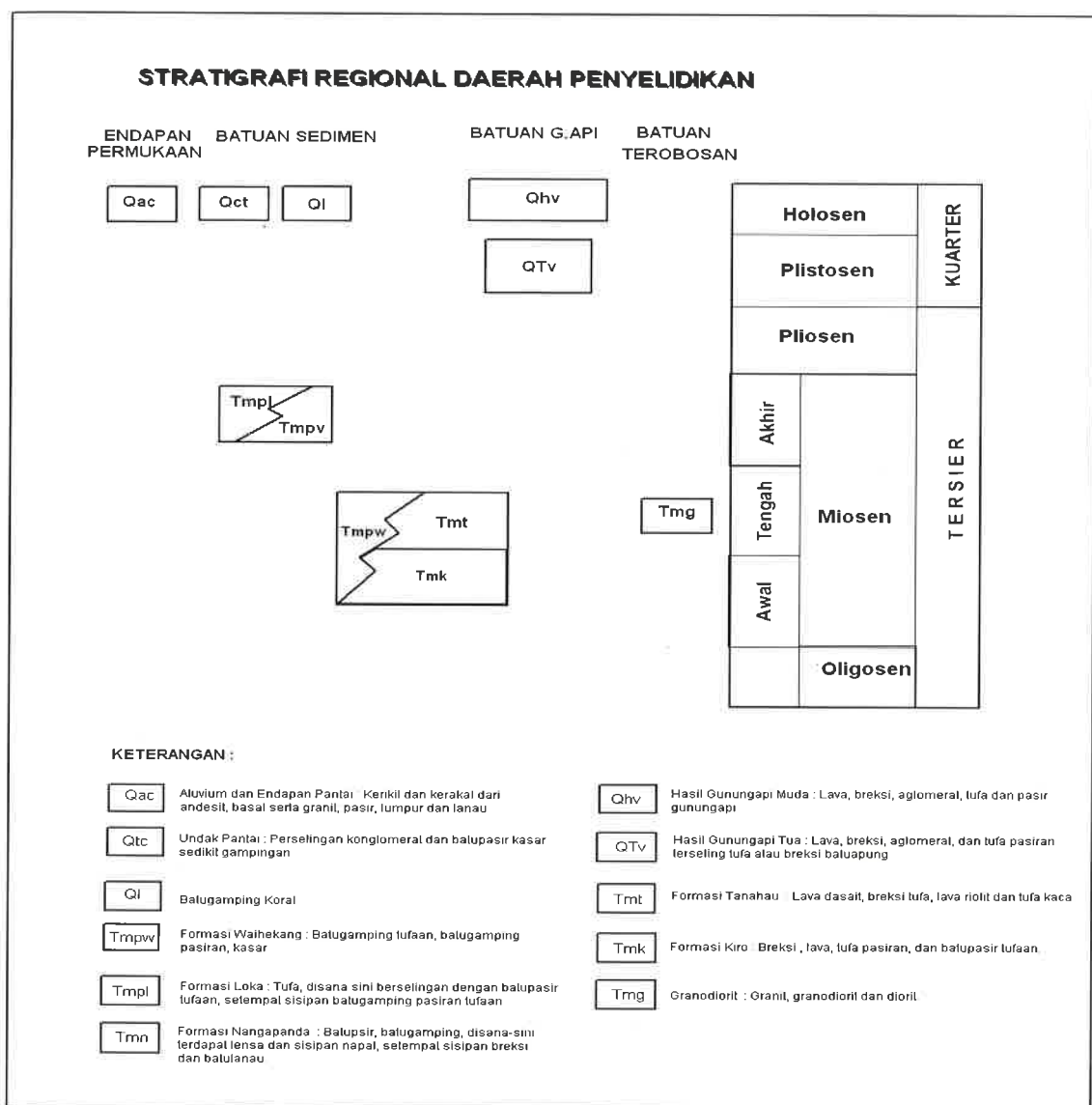
Terdiri dari material rombakan sungai karena pengangkatan terdiri dari kerikil, kerakal dan pasir, terutama terjadi pada sungai besar dekat pantai berupa endapan teras.

STRUKTUR GEOLOGI

Struktur geologi yang berkembang adalah lipatan, sesar dan kelurusan. Arah struktur timurlaut-baratdaya, beberapa berarah baratlaut-tenggara. Batuan yang mengalami perlipatan secara kuat pada Formasi Nangapanda dengan kemiringan perlipatan dari 15° ~ 50°. Struktur terjadi pada Formasi Kiro dan Nangapanda yang merupakan formasi tertua. Sumbu lipatan sinklin yang memiliki arah baratdaya – timurlaut. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa perlipatan terjadi pada Pliosen Akhir atau Plistosen Awal.

Selain struktur lipatan di kawasan ini juga ditemukan adanya struktur sesar. Berdasarkan jenisnya sesar yang berkembang di daerah ini adalah sesar turun dan sesar geser. Sesar turun berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut – baratdaya. Sesar ini terdapat pada batuan Miosen dan Plio – Plistosen, kemungkinana besar terjadi pada Kala Plistosen. Sesar geser teramati pada Formasi Kiro dan Formasi Nangapanda.

Gambaran umum urutan stratigrafi geologi dan regional terdapat pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan

PEMBENTUKAN ENDAPAN PASIR BESI

Pembentukan endapan pasir besi memiliki perbedaan genesa dibandingkan dengan mineralisasi logam lainnya yang umum terdapat. Pembentukan pasir besi adalah merupakan produk dari proses kimia dan fisika dari batuan berkomposisi menengah hingga basa atau dari batuan bersifat andesitik hingga basaltik. Proses ini dapat dikatakan merupakan gabungan dari proses kimia dan fisika.

Di daerah pantai selatan Kabupaten Ende, endapan pasir pantai di perkirakan berasal dari

HASIL PENYELIDIKAN

Dalam penyelidikan ini telah diperoleh data yang berkaitan dengan pekerjaan lapangan sebagai berikut :

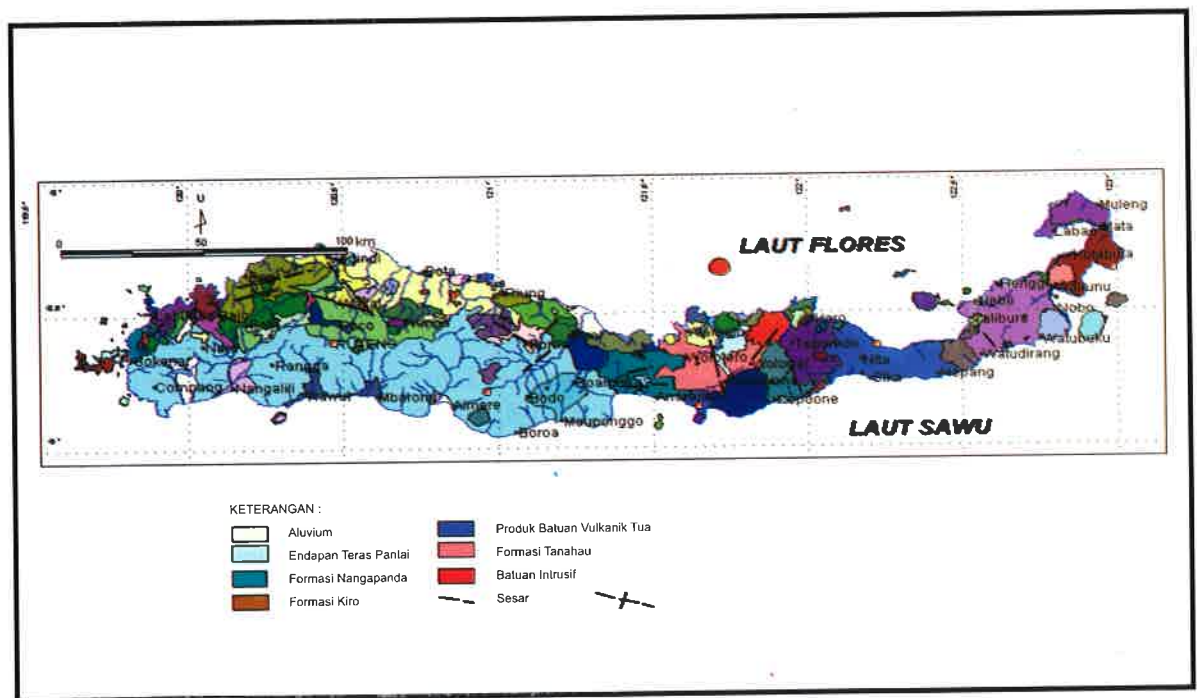
- o Jumlah titik pemboran sebanyak 45 titik.
- o Jumlah kedalaman pemboran adalah 111, 6 meter.
- o Jumlah conto terambil sebanyak 90 conto.

Hasil pengukuran dan titik pemboran, di bagi menjadi empat sektor yaitu :

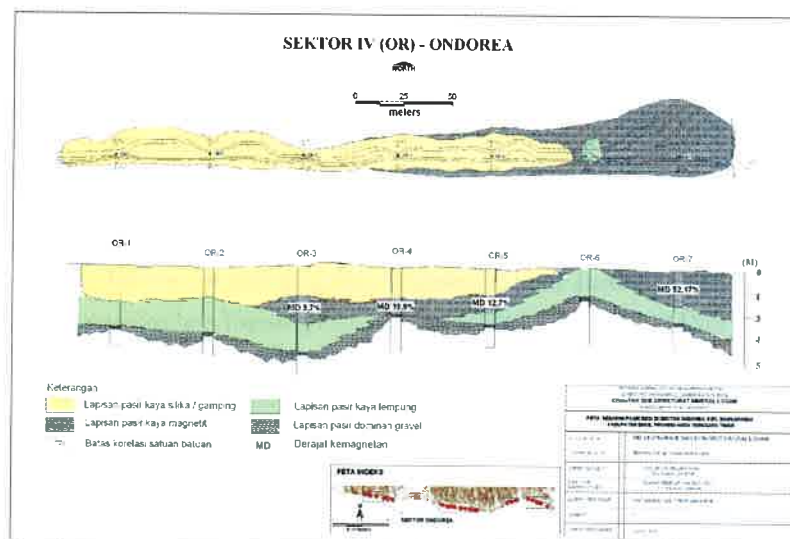
akumulasi hasil desintegrasi kimia dan fisika seperti adanya pelarutan, penghancuran batuan oleh arus air, pencucian secara berulang-ulang, transportasi dan pengendapan.

Menurut Subandoro dan Pudjowaluyo (1972) di Pulau Flores secara umum terletak pada busur batuan vulkano-plutonik yang masih aktif mirip dengan Pulau Jawa dimana endapan besi mengandung titan ditemukan sepanjang pantai selatan. Agaknya batuan volkanik Flores adalah merupakan sumber utama pasir besi pantai yang ada sekarang.

1. Sektor Rapo Rindu, pengukuran dan pemboran dilakukan di daerah Rapo Rindu, km 18 arah barat Kota Ende. Dilakukan pemboran sebanyak 14 titik terdiri dari 8 titik *baseline* dan 6 titik *crossline*.
2. Sektor Bheramari, pengukuran dan pemboran dilaksanakan di daerah sebelah timur Rapo Rindu ± 14 km arah barat Kota Ende. Dilakukan pemboran sebanyak 6 titik terdiri dari 3 titik *baseline* dan 3 titik *crossline*.
3. Sektor Ruku Ramba, pengukuran dan pemboran dilakukan, km 10 arah barat Kota Ende. Dilakukan pemboran sebanyak 9 titik terdiri dari 5 titik



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Flores.



Gambar 7. Peta Lokasi contoh dan hasil pemboran sektor IV Ondorea (OR)

Perhitungan potensi dilakukan dengan menggunakan metoda "Area of influence" yaitu dengan suatu prinsip bahwa suatu lubang bor memiliki daerah pengaruh setengah jarak terhadap lubang bor di sampingnya, hasil perhitungan disajikan dalam tabel-1..

PEMBAHASAN

Keterjadian endapan pasir besi di sepanjang pantai selatan Kabupaten Ende diperkirakan terjadi karena proses pelindihan, transportasi dan akumulasi serta pengendapan. Ada empat daerah (sektor) yang dianggap paling berpotensi yaitu sektor Rapo Rindu, Bheramari, Ruku Ramba dan Ondorea.

Mengamati hasil interpretasi dari sektor satu sampai sektor empat, maka diketahui ke arah timur yaitu pada sektor dua (Ruku Ramba), pola perlapisan yang mengandung pasir besi magnetit berangsur menebal (RR1 hingga RR5). Ketebalan lapisan ini mencapai 3,2 meter. Sedangkan ke arah barat di sektor empat (Ondorea) terjadi penipisan lapisan ditandai dengan berkurangnya lapisan pasir besi magnetit dan meningkatnya pasir kuarsa/gamping.

Hal tersebut diatas diperkuat dengan hasil MD yang menunjukkan sektor ke arah timur rata-ratanya >20%, sedangkan ke arah barat (Ondorea) rata-rata hanya 13,75%.

Beberapa faktor yang menyebabkan pola penyebaran lapisan yang berbeda (melensa) antara satu daerah dengan daerah lainnya :

- o Batuan induk, merupakan sumber asal dari terbentuknya endapan pasir besi.
- o Faktor disintegrasi fisika dan kimia seperti suhu, erosi dan transportasi sungai, pengaruh arus laut sebagai pengeruk dan pembawa material bawah laut.
- o Faktor topografi (kemiringan), merupakan tempat dimana endapan pasir besi terbentuk dan terakumulasi.
- o Arus air yang menyebabkan terbentuknya pengayaan tersebut.

Adanya bentuk dan pola sebaran endapan yang berbeda sangat di tentukan oleh faktor/parameter tersebut diatas. Sehingga dengan demimikian dapat dimengerti mengapa di sektor Rapo Rindu akumulasi pasir besi relatif lebih banyak dibandingkan dengan sektor lainnya. Tetapi sebaliknya di sektor Ondorea pasir besi berkurang ke arah barat dengan meningkatnya pasir dari batuan karbonat.

Di sepanjang pantai Ende diketahui bahwa pola pantai yang sempit dan curam menyebabkan akumulasi pasir besi tidak berkembang dengan baik, akibatnya sumberdaya yang dihasilkan sangat sedikit.

Dari hasil perhitungan diketahui besarnya sumberdaya hipotetik 57.134.358,4 ton (konsentrat).

Keberadaan endapan pasir besi ini nampaknya tidak ekonomis untuk dilakukan usaha penambangan mengingat kecilnya jumlah sumber daya yang masih dibawah 100 juta ton.

KESIMPULAN

Endapan pasir besi di kawasan pantai selatan Kabupaten Ende adalah merupakan endapan yang terbentuk dari akumulasi hasil disintegrasi fisika dan kimia batuan vulkanik tua di daerah ini yang bersifat dasitik hingga basaltik.

Secara fisik endapan pasir besi di daerah pantai selatan Kabupaten Ende relatif muda dari segi umur. Prosesnya diduga dari pelindihan dan pencucian yang berjalan cukup intensif sehingga di beberapa lokasi menghasilkan konsentrat magnetit yang tinggi.

Ke arah barat kandungan pasir besi berangsur menurun, ditandai dengan meningkatnya jumlah pasir gamping berwarna putih kecoklatan hal ini diperkuat dengan hasil analisis laboratorium.

Dari hasil analisis laboratorium fisika menunjukkan nilai MD berkisar antara 10 % hingga

50 %, sedangkan hasil analisis kimia menunjukkan nilai Fe_{total} tertinggi mencapai 37,10 % dan terendah 4,43% dengan kadar umum berada diantara kisaran 1 hingga 25%.

Hasil gabungan data pemboran dan analisis laboratorium diketahui potensi endapan pasir besi berurutan dari yang besar terdapat pada sektor Rapo Rindu, Bheramari, Ruku Ramba dan Ondorea dengan jumlah sumber daya hipotetik seluruhnya sebesar 57.134.358,4 ton (konsentrat).

Model endapan pasir besi yang terdapat di daerah pantai selatan Kabupaten Ende adalah memiliki bentuk melensa ke arah barat, kandungan magnetitnya berkurang dengan bertambahnya pasir karbonat. Endapan pasir besi ini tidak ekonomis untuk dilakukan penambangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak jajaran terkait di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi yang telah memberikan bantuan berupa dorongan dan saran maupun idenya sehingga terwujudnya tulisan ini. Kritik dan saran dari semua pihak kami perlukan demi perbaikan tulisan ini.

Tabel 1. Potensi Sumber Daya Hypotetik Pasir Besi Pantai Selatan Kabupaten Ende

NO.	SEKTOR	NOMOR JALUR	INTERVAL PEMBORAN		PJG TOTAL (M)	LBR (M)	LUAS/L (M2)	TEBAL/T (M)	VOL (M3)	MD RATA-RATA %	SG RATA-RATA	POTENSI (TON)
1	Rapo Rindu	RA-1 s/d RA-8	BASE LINE 400	CROSS LINE 20	3200	50	160000	2,5	400000	20,484	3,245	26588232
2	Bheramari	BM-1 s/d BM-3	BASE LINE 400	CROSS LINE 20	1000	40	40000	2,3	92000	20,68	3,19	6069166,4
3	Ruku Ramba	RR -1 s/d RR-5	BASE LINE 400	CROSS LINE 20	1600	40	64000	2,5	160000	20,19	3,15	10427760
4	Ondorea	OR -1 s/d OR-8	BASE LINE 400	CROSS LINE 20	3200	40	128000	2,5	320000	13,75	3,193	14049200
									972000			57134358,4

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang N. Widi., 2005, *Laporan Hasil Penyelidikan Tinjau Endapan Pasir Besi di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur*. PT. Ever Mining.
- Bambang W., Kisman, A. Said, Soepriadi, Budiharyanto, 2005, *Eksplorasi Logam Besi di Pesisir Selatan Kabupaten Ende, Provinsi Nusa Tenggara Timur*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Bandi, S.Djaswadi, S.L.Gaol, 1994, *Laporan Pendahuluan Penyelidikan Mineral Logam di Daerah Wolowaru Kab. Ende, Flores - Nusa Tenggara Timur*, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Franklin dkk., 1999, *Eksplorasi Logam Mulia dan Logam Dasar di Daerah Wai Wajo dan Sekitarnya Kabupaten SIKKA - Nusa Tenggara Timur*, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.
- Kusumadinata, D. Kadarisman, 1994, *Geologi Lembar Ruteng 1 : 250.000, Nusa Tenggara Barat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Suwarna N., S. Santosa, S. Koesoemadinata., 1990, *Geologi Lembar Ende 1:250.000, Nusa Tenggara Timur*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Subandoro dan Pudjowaluyo, 1978, *Iron Sand Occurrences In The Coastal Areas of Flores, Mineral Resources In Asian Offshore Areas*, CCOP, Singapore.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia. Vol. IA, 1st Edition*. Govt. Printing office, The Hague, pp 104-136.

TENSI
(TON)

588232

59166.4

42760

049200

34358.4

KONSERVASI BAHAN GALIAN UPAYA PEMBANGUNAN BERBASIS GEOLOGI

Oleh :

Sabtanto Joko Suprpto
Kelompok Kerja Konservasi - PMG

SARI

Pengembangan Subsektor pertambangan umum melalui pemanfaatan bahan galian merupakan bagian yang tak terpisahkan dari upaya pemenuhan kebutuhan dasar bagi pembangunan dan kehidupan manusia. Bahan galian sebagai sumber daya alam tak terbarukan terdapat dalam jumlah yang sangat terbatas, perlu dikelola secara baik agar dapat diperoleh manfaat yang optimal.

Konservasi bahan galian merupakan upaya untuk mendapatkan manfaat bahan galian secara optimal, berkelanjutan, berwawasan lingkungan serta dengan mencegah terabaikannya potensi bahan galian. Bahan galian sebagai sumber daya geologi, memerlukan dukungan data geologi yang lengkap dan akurat untuk dasar penetapan dan pengelolaannya.

Sumber daya geologi berupa bahan galian umumnya berada di bawah permukaan, oleh karena itu potensi pemanfaatannya sangat tergantung pada status peruntukan wilayah/kawasan dalam tataruang daerah maupun nasional. Optimalisasi manfaat sumber daya geologi memerlukan aturan perundang-undangan agar potensi yang ada di permukaan maupun bawah permukaan dapat dikelola secara lebih optimal untuk kepentingan pembangunan masyarakat secara berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia berada pada lingkungan tektonik dimana terjadi pertemuan beberapa lempeng yang berpotensi membentuk kondisi geologi dengan kandungan cebakan bahan galian ekonomis disamping berpotensi juga terjadinya bencana. Potensi tersebut perlu diungkap agar dapat dipergunakan sebagai dasar dalam penetapan kebijakan arah pembangunan yang berlandaskan pada potensi sumber daya geologi suatu wilayah/kawasan.

Dalam pengelolaan sumber daya geologi yang berupa bahan galian mempunyai daya ubah lingkungan tinggi, oleh karena itu dalam pemanfaatannya harus mempertimbangkan seluruh aspek yang dapat berdampak kurang menguntungkan bagi lingkungan.

Pengembangan suatu kawasan perlu mempertimbangkan seluruh potensi yang ada sehingga tidak ada potensi yang terabaikan. Upaya konservasi bahan galian bertujuan untuk mendapatkan manfaat yang optimal hanya akan dapat terlaksana dengan baik apabila didukung oleh data geologi yang memadai.

KONSERVASI BAHAN GALIAN

Tinjauan Umum

Pertambangan sebagai usaha pengambilan bahan galian yang bernilai ekonomis dan untuk dimanfaatkan dengan penggunaan yang tepat, dapat merupakan ujung tombak dalam pengembangan wilayah. Pengembangan sektor pertambangan merupakan bagian integral dari pembangunan nasional dalam rangka mewujudkan cita-cita bangsa mencapai masyarakat adil dan makmur. Hal ini merupakan perwujudan dari amanat Undang-undang Dasar (UUD) 1945 Pasal 33, dimana pada hakikatnya adalah upaya pengembangan sumber daya alam bahan galian yang potensial untuk dapat dimanfaatkan secara optimal bagi kepentingan dan kemakmuran rakyat.

Sektor pertambangan mempunyai nilai strategis, sebagai penyedia bahan baku pembangunan fisik dan industri di dalam negeri, penghasil devisa negara melalui ekspor maupun sebagai pendukung pengembangan wilayah terutama untuk daerah terpencil. Pengembangan sektor pertambangan perlu diarahkan untuk mendorong kegiatan ekonomi dengan mempertimbangkan prinsip lahan berganda dan tata

ruang yang mengacu kepada kebijakan nasional melalui kebijaksanaan optimasi manfaat dan pendayagunaan kekayaan alam.

Pengelolaan bahan galian diarahkan untuk peningkatan kesejahteraan rakyat dengan pertimbangan berdasarkan prinsip keberlanjutan pembangunan nasional di masa mendatang dengan melaksanakan konservasi bahan galian, untuk mendapatkan manfaat yang optimal dari sumber daya bahan galian.

Terciptanya keseimbangan antara pemanfaatan dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan hidup, merupakan prasyarat penting bagi terlaksananya pembangunan sumber daya bahan galian yang berkelanjutan. Pemanfaatan sumber daya bahan galian yang terkendali dan berwawasan lingkungan akan menjadi salah satu modal dasar yang sangat penting bagi pembangunan nasional secara keseluruhan. Selain itu ketersediaan sumber daya bahan galian juga mampu memberikan sumbangan yang cukup berarti bagi pembangunan ekonomi dan penyerapan tenaga kerja.

Pengelolaan sumber daya bahan galian harus senantiasa memberi kemanfaatan masa kini juga harus menjamin kehidupan masa depan. Oleh karena itu pendayagunaan sumber daya bahan galian untuk kemakmuran rakyat harus dilakukan secara terencana, rasional, optimal, bertanggung jawab dan sesuai dengan kemampuan daya dukungnya serta mengutamakan sebesar-besarnya kemakmuran rakyat dan pembangunan nasional.

Pembangunan sektor pertambangan diantaranya adalah melalui pengembangan sumber daya alam tak terbarukan, yang menempati sebaran ruang tertentu di dalam bumi dan dasar laut, dalam jumlah yang terbatas, pengusahaannya melibatkan investasi dan kegiatan yang sarat resiko, padat modal dan teknologi, serta proses penambangannya memiliki potensi daya ubah lingkungan yang tinggi.

Dengan adanya berbagai ciri khusus bahan galian dan minat para pengusaha pertambangan serta kendala, tuntutan dan tantangannya, maka pengelolaan bahan galian harus dilakukan secara sangat seksama dan dimulai sejak awal, melibatkan berbagai pihak terutama dalam penataan lahan pembangunan sampai dengan pemanfaatan bahan galian. Oleh karena itu, pengelolaan bahan galian harus sepenuhnya menerapkan kaidah konservasi

bahan galian. Tanpa penerapan prinsip konservasi secara intensif dan efektif dalam kegiatannya maka pembangunan sektor pertambangan dapat tersendat dan sekaligus dapat menyebabkan menurunnya peran dan manfaat sumber daya bahan galian tersebut akibat hilangnya kesempatan untuk diusahakan ataupun terbuangnya nilai bahan galian, baik secara fisik, ekonomis maupun fungsinya.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup konservasi bahan galian meliputi tahapan hulu sampai dengan hilir kegiatan sektor pertambangan. Dalam upaya untuk mewujudkan optimalisasi manfaat harus dilakukan mulai dari penetapan kawasan, perizinan, tahapan kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi, penetapan sumber daya dan cadangan, *recovery* penambangan, *stripping ratio*, *cut off grade*, penanganan bahan galian kadar marginal dan kadar rendah, *recovery* pengangkutan, pengolahan dan pemurnian, penanganan mineral ikutan dan bahan galian lain, sisa sumber daya dan cadangan pasca tambang, *tailing*, peningkatan nilai tambah bahan galian, sampai dengan penutupan tambang dan penataan wilayah konservasi pertambangan umum.

Optimalisasi manfaat sebagai tujuan konservasi bahan galian tidak mengarah pada upaya pelestarian bahan galian mineral. Penyediaan bahan galian dihindari dalam pengertian bahwa seminimal mungkin potensi bahan galian yang tidak termanfaatkan dan tidak terjadi degradasi nilai maupun kuantitas potensi bahan galian sebagai akibat pengelolaan yang tidak optimal.

Pengelolaan tidak optimal dapat terjadi pada kegiatan usaha pertambangan maupun sebagai akibat peraturan dan kebijakan yang menyebabkan tidak memungkinkannya potensi bahan galian dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain itu dapat terjadi juga sebagai akibat data geologi yang ada tidak mengungkap seluruh potensi pada suatu wilayah, sehingga menyebabkan terabaikannya sebagian potensi bahan galian.

Pengaturan pengelolaan bahan galian dimulai dengan penataan kawasan/wilayah pertambangan dan perizinannya, pengaturan jenis, jumlah, kualitas bahan galian, proses pertambangan, penggunaan bahan galian, sampai dengan sistem pungutan. Sementara faktor yang mempengaruhi upaya optimalisasi pemanfaatan bahan galian antara lain adalah waktu.

jenis, jumlah, kualitas, lokasi dan posisi keterdapatannya serta proses pengolahan sesuai dengan kemajuan teknologi dan modal yang tersedia berupa materi maupun sumberdaya manusia.

PERANAN GEOLOGI DALAM PENERAPAN KONSERVASI BAHAN GALIAN

Bahan galian sebagai karunia Tuhan Yang Maha Esa merupakan sumber daya alam yang tak terbarukan sehingga pengelolaannya harus diwujudkan secara bijaksana, efektif dan efisien agar diperoleh manfaat yang optimal dan berkelanjutan bagi kepentingan rakyat secara luas.

Bahan galian sebagai bagian dari sumber daya geologi, memerlukan langkah pengelolaan yang sistematis oleh pemerintah dan pelaku usaha pertambangan mulai dari perumusan kebijakan berupa penetapan peraturan perundang-undangnya sampai dengan pemanfaatannya.

Perumusan Kebijakan

Pemanfaatan bahan galian dengan mengupayakan terciptanya keseimbangan antara pemanfaatan dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan hidup, merupakan prasyarat penting bagi keberlanjutan pembangunan. Kerusakan lingkungan diusahakan seminimal mungkin, dengan pengertian bahwa degradasi potensi bahan galian juga dihindari, yaitu turunnya atau hilangnya nilai bahan galian sebagai akibat kebijakan atau peraturan perundang-undangan yang menyebabkan tidak bisa dimanfaatkan atau turunnya nilai bahan galian akibat pengelolaan yang tidak optimal.

Peraturan perundang-undangan yang mewajibkan bagi pengelola sumber daya alam agar selalu mempertimbangkan potensi sumber daya geologi berupa bahan galian sangat diperlukan.

Sebagai bagian dari sumber daya alam, bahan galian mempunyai peranan dan fungsi sejajar dengan sumber daya alam yang lain. Sehingga konservasi terhadap sumber daya alam yang lain pada suatu wilayah/kawasan dilaksanakan dengan tidak mengabaikan kandungan bahan galiannya.

Penetapan Kawasan

Upaya pemanfaatan potensi bahan galian terkait sangat erat dengan ketetapan tentang peruntukan suatu kawasan atau wilayah. Penetapan kawasan atau wilayah harus selalu mempertimbangkan keberadaan

sumber daya geologi dan potensi bencana geologi. Mengingat penetapan peruntukan kawasan mempunyai implikasi hukum terhadap pemanfaatan sumber daya geologi, maka diperlukan kajian yang mendalam dengan dilatarbelakangi data dasar tentang potensi sumber daya dan sumber bencana yang lengkap dan akurat, sehingga menghasilkan ketetapan yang paling menguntungkan bagi kepentingan masyarakat.

Penetapan peruntukan kawasan/ wilayah melibatkan beberapa disiplin ilmu dan tumpang tindih kepentingan beberapa sektor, oleh karena itu diperlukan kebijakan yang mampu mengakomodasi sektor-sektor terkait untuk mendapatkan hasil yang paling menguntungkan bagi masyarakat secara keseluruhan.

Kawasan berpotensi sumber daya geologi, khususnya yang mengandung cebakan bahan galian/mineral primer umumnya berada pada daerah tinggian dengan morfologi ekstrim. Kawasan dengan kondisi tersebut akan cenderung ditetapkan sebagai kawasan hutan konservasi atau hutan lindung, walaupun pada daerah terdapatnya endapan logam primer umumnya merupakan lahan tandus (Gambar 1). Kasus di Pulau Sumatera dapat dijadikan contoh, dimana berdasarkan hasil asesmen sumber daya tembaga-emas porfiri seluruh Pulau Sumatera (Tain dkk 2005) potensi sumber daya bijih tembaga-emas porfiri sebesar 6.120.367.000 ton dan mempunyai korelasi positif terhadap potensi cebakan bijih perak. Berdasarkan *track* endapan tembaga-emas porfiri (Gambar 2) potensi bijih tembaga-emas porfiri berada memanjang mengikuti daerah Bukit Barisan, yang umumnya telah ditetapkan sebagai kawasan hutan konservasi dan hutan lindung.

Endapan tembaga-emas tipe porfiri umumnya membentuk cebakan dalam dimensi besar dengan kadar rendah, sehingga hanya layak ditambang dengan sistem terbuka. Mengingat undang-undang nomor 41 tahun 1999 melarang adanya penambangan secara terbuka pada kawasan hutan lindung, maka potensi bahan galian yang berada pada kawasan tersebut menjadi tidak mempunyai nilai ekonomi.

Perizinan

Perizinan yang dikeluarkan untuk usaha pertambangan akan mempunyai konsekuensi terhadap upaya konservasi bahan galian. Pengeluaran izin mempertimbangkan seluruh potensi bahan galian yang

ada, sehingga nantinya tidak ada potensi bahan galian yang terabaikan atau tersia-siakan. Untuk itu maka diperlukan pemahaman dan pengetahuan tentang keterjadian sumber daya bahan galian serta kelengkapan informasi yang berkaitan dengan seluruh potensi sumber daya bahan galian pada suatu wilayah usaha pertambangan.



Gambar 1.

Endapan bijih emas pada puncak bukit, kawasan cagaralam burung maleo, Kabupaten Pohuwato



Gambar 2.

Peta track endapan Cu-Au

Eksplorasi

Upaya konservasi bahan galian dalam penerapannya tidak hanya menangani sisi hilir dari kegiatan pertambangan, namun untuk memperoleh manfaat yang optimal, bahan galian harus dikelola dengan baik mulai dari hulu sampai hilir. Pada kegiatan usaha pertambangan, sejak eksplorasi sudah harus berorientasi menerapkan kaidah konservasi bahan galian dengan pengumpulan data seoptimal mungkin, sehingga dalam kegiatan pertambangan selanjutnya didukung oleh data lengkap sebagai dasar perencanaan penerapan konservasi bahan galian. Dengan demikian tidak ada potensi bahan galian yang terabaikan sebagai akibat tidak lengkapnya data.

Eksplorasi yang dilakukan oleh para pelaku usaha pertambangan umumnya mempunyai target yang berbeda terhadap jenis maupun dimensi bahan galian yang akan diusahakan. Pelaku usaha pertambangan dengan target jenis bahan galian tertentu diwajibkan untuk melaporkan data bahan galian lain dan mineral ikutan yang berada pada wilayah usaha pertambangannya, agar saat kegiatan penambangan dan pengolahan nantinya dapat digunakan sebagai data dasar dalam melakukan penanganan.

Pelaku usaha pertambangan skala besar cenderung akan mengusahakan bahan galian yang berdimensi besar. Daerah *relinquished*, yaitu wilayah yang telah diserahkan kembali kepada pemerintah oleh pihak pelaku usaha pertambangan dimana setelah melalui proses eksplorasi dan evaluasi dianggap sebagai wilayah tidak prospektif untuk komoditas bahan galian yang akan dieksploitasi dalam skala usahanya, yaitu akibat tidak ditemukannya endapan dalam jumlah sumber daya yang besar. Wilayah yang telah ditinggalkan tersebut masih mungkin memiliki potensi untuk komoditas mineral yang sama tetapi dalam skala penambangan yang lebih kecil atau dalam bentuk metoda penambangan dan pengolahan yang berbeda. Daerah tersebut juga mungkin dapat memiliki potensi untuk usaha tambang komoditas mineral lainnya yang sebelumnya tidak menjadi target eksplorasi. Oleh karena itu data geologi hasil kegiatan eksplorasi menjadi dasar penting penilaian atas potensi bahan galiannya.

Penambangan dan Pengolahan

Kegiatan penambangan dan pengolahan memerlukan sistematisa dan teknologi yang tepat

guna sesuai dengan kondisi dan tipe endapannya, sehingga tingkat perolehan bahan galian dapat optimal.

Pengelolaan bahan galian untuk mendapatkan manfaat yang optimal pada kenyataannya menemui banyak kendala, antara lain disebabkan oleh keterbatasan operasional penambangan dan pengolahan sehingga dapat menyebabkan tertinggal dan terbuangnya bahan galian (Gambar 3). Oleh karena itu data kondisi geologi tentang bahan galian berpotensi tertinggal maupun bahan galian berpotensi terbuang, meliputi bahan galian utama, mineral ikutan dan bahan galian lain yang belum dimanfaatkan, baik yang belum atau sudah ditambang, perlu diinventarisir sebagai dasar evaluasi untuk mencegah menurun atau hilangnya nilai ekonomi bahan galian dan untuk meminimalkan atau mencegah terbuangnya bahan galian.



Gambar 3.

Lapisan bentonit (warna putih) pada tambang batubara diperlakukan sebagai *waste*

Pada pelaksanaan penambangan tidak semua bahan galian dimanfaatkan yaitu antara lain bahan galian kadar/kualitas rendah, marginal dan mineral ikutan, sehingga dianggap *waste* atau *tailing*. Untuk mengantisipasi kecenderungan harga dan permintaan komoditas bahan galian yang sewaktu-waktu dapat berubah maka perlu penanganan antara lain dapat dengan menimbun di lokasi tertentu dan melakukan

penanganan tertentu agar tidak mencemari lingkungan dan terkontaminasi, serta nantinya dapat ditambang kembali dengan mudah.

Nilai Tambah

Sebagai sumber daya tak terbarui, bahan galian dengan sifat kimia dan fisika tertentu memungkinkan untuk dipergunakan bagi beberapa alternatif pemanfaatan dengan tingkatan nilai tambah rendah sampai dengan tinggi. Mengingat ketersediaannya di alam yang terbatas, maka penetapan pemanfaatan/peruntukan bahan galian harus dilakukan secara tepat agar manfaat yang didapatkan menghasilkan nilai tambah optimal. Penetapan peruntukan bahan galian dapat dilakukan pada saat pemberian izin, dengan berdasarkan antara lain pada data kuantitas dan kualitas bahan galian.



Gambar 4.

Batugamping dengan potensi nilai tambah tinggi

Sebagai contoh bahan galian yang dapat menghasilkan potensi nilai tambah rendah sampai tinggi yaitu batugamping (Gambar 4). Batugamping dapat dipergunakan untuk bahan timbunan jalan atau bahan bangunan dengan nilai tambah rendah atau dapat pula untuk bahan industri kimia dan metalurgi dengan nilai tambah sangat tinggi. Oleh karena itu patut disayangkan apabila potensi nilai tambah yang tinggi tidak dapat dikelola secara optimal. Nilai tambah tinggi diupayakan tidak hanya dari satu macam produk hasil pengolahan/ penggunaan bahan galian, akan tetapi dapat berasal dari efek ganda rangkaian beberapa peruntukan secara berkesinambungan sehingga dapat menghasilkan nilai tambah berganda.

KESIMPULAN DAN DISKUSI

Konservasi Bahan Galian merupakan upaya pengelolaan bahan galian untuk mendapatkan manfaat optimal, berkelanjutan, tidak ada potensi bahan galian yang terabaikan dan tersia-siakan, serta berwawasan lingkungan, dapat terlaksana apabila didukung oleh data geologi yang lengkap, akurat dan menyeluruh meliputi semua jenis komoditas bahan galian terdapat pada suatu kawasan/wilayah.

Pembangunan sektor pertambangan dengan upaya memanfaatkan potensi bahan galian secara optimal memerlukan pengelolaan yang terencana dan sistematis, berdasarkan pada data geologi, baik dari sejak penetapan kawasan/wilayah, perizinan sampai dengan penetapan pemanfaatan/ peruntukannya.

Pemanfaatan bahan galian mempunyai potensi mengubah lingkungan sekitarnya. Kerusakan atau penurunan potensi dan kualitas lingkungan harus dihindari, dengan pengertian bahwa penurunan kualitas dan potensi lingkungan, tidak menyebabkan

kondisi turun atau hilangnya nilai bahan galian sebagai akibat tidak dapat dimanfaatkan atau pengelolaannya tidak mengikuti kaidah konservasi.

Sumber daya geologi sebagai sumber daya alam non hayati merupakan bagian dari kebutuhan dasar bagi kehidupan sehari hari dan kebutuhan dasar pembangunan. Pemanfaatan sumber daya geologi berupa bahan galian berpotensi tumpang tindih kepentingan dengan beberapa sektor yang juga berkepentingan dalam pemanfaatan wilayah/ kawasan. Oleh karena itu diperlukan pengaturan atau regulasi yang mewajibkan bagi pengelola sumber daya alam untuk selalu mempertimbangkan potensi sumber daya geologi sebagai dasar dalam penetapan kebijakan, agar tidak ada potensi yang terabaikan dan tersia-siakan, demikian juga sama halnya dengan pengelolaan bahan galian yang juga mempertimbangkan daya dukung lingkungannya.

PUSTAKA

- Hutamadi, R., Bambang, T.S., Rudy, G., 2003, Konservasi Bahan Galian dan Permasalahannya, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Konsep Pedoman Teknis Inventarisasi Bahan Galian Tertinggal dan Bahan Galian Berpotensi Terbuang pada Wilayah Usaha Pertambangan, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung, 2005
- Konsep Pedoman Teknis Tata Cara Pelaporan Bahan Galian Lain dan Mineral Ikutan, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung, 2005
- Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Konservasi Bahan Galian, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung, 2001
- Suhargo, 1995, Suatu Pandangan Tentang Konservasi Bahan Galian, Subdit Konservasi, Direktorat Teknik Pertambangan Umum, Jakarta
- Tain, Z., Pohan, M.P., Sutrisno., 2005, Penilaian Sumber Daya Tembaga-Emas Tipe Porfiri Daerah Pulau Sumatera dan Pulau Jawa, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung

USULAN PEMANFAATAN FLUIDA LAPANGAN PANAS BUMI MARANA, KABUPATEN DONGGALA, SULAWESI TENGAH

Oleh :

Fredy Nanlohy

Kelompok Kerja Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Lapangan panas bumi Marana adalah lapangan panas bumi non vulkanik. Sumber panas berasal dari batuan intrusi berumur Kuartar yang terletak di sebelah timur hingga timurlaut kenampakan panas bumi Marana dan Masaingi. Batuan intrusi ini dicirikan oleh adanya anomali gravity. Sistem panas bumi pada batuan reservoirnya adalah sistem dominasi air panas, terbukti oleh adanya aliran air panas dengan debit 317 liter/menit pada sumur landaian suhu MM-1 dari kedalaman 185 m. Hasil analisa batuan menunjukkan bahwa mulai dari kedalaman 60 m hingga kedalaman 185 m merupakan lapisan transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Salah satu contoh reservoir sistem dominasi air panas untuk pemanfaatan langsung (sistem pemanas hotel dan kolam air panas) dan pemanfaatan tidak langsung (PLTP skala kecil/250 KW) adalah pada lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria. Jika dibandingkan dengan sistem reservoir pada lapangan panas bumi Marana, maka terdapat kesamaan sistem reservoir, debit air panas dan temperatur reservoirnya. Dengan demikian pemanfaatan sistem air panas pada lapangan panas bumi Marana dapat digunakan sebagai PLTP berskala kecil, sebagai pengering kopra, ikan asin dan pengembangan daerah wisata di Sulawesi Tengah.

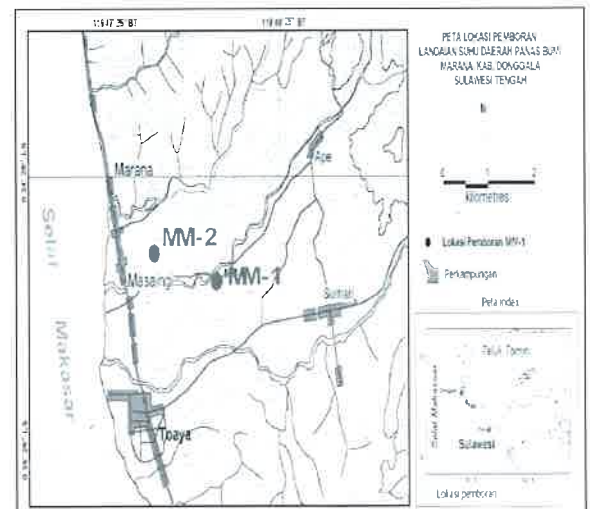
PENDAHULUAN

Pada lapangan panas bumi Marana telah dilakukan pemboran dua sumur landaian suhu yaitu sumur MM-1 dan MM-2. Dari dua sumur landaian suhu tersebut, maka sumur MM-1 merupakan sumur panas bumi yang menarik karena terdapat aliran air panas dengan debit 317 liter/menit dan temperatur di kepala sumur mencapai 95°C (temperatur air panas bawah permukaan ± 104°C).

Sumur landaian suhu MM-1 berada di Desa Masaingi Kecamatan Sindue, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis lokasi sumur landaian suhu MM-1 terletak pada posisi 119° 48' 42,5" Bujur Timur dan 00° 35' 10" Lintang selatan atau pada posisi koordinat UTM 812994 mE dan 9935138 mN dengan ketinggian ± 57 m di atas permukaan laut. Lokasi sumur landaian suhu MM-1 terletak pada morfologi satuan pedataran lembah graben yang dikelilingi oleh satuan morfologi perbukitan terjal dan Satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang-lemah, (**Gambar 1**).

Dengan membandingkan apa yang telah dihasilkan pada sumur landaian suhu MM-1 ini terhadap pemanfaatan reservoir bersistem dominasi air panas yang terdapat pada lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria, maka tidak diragukan lagi bahwa

pada lapangan panas bumi Marana dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung.



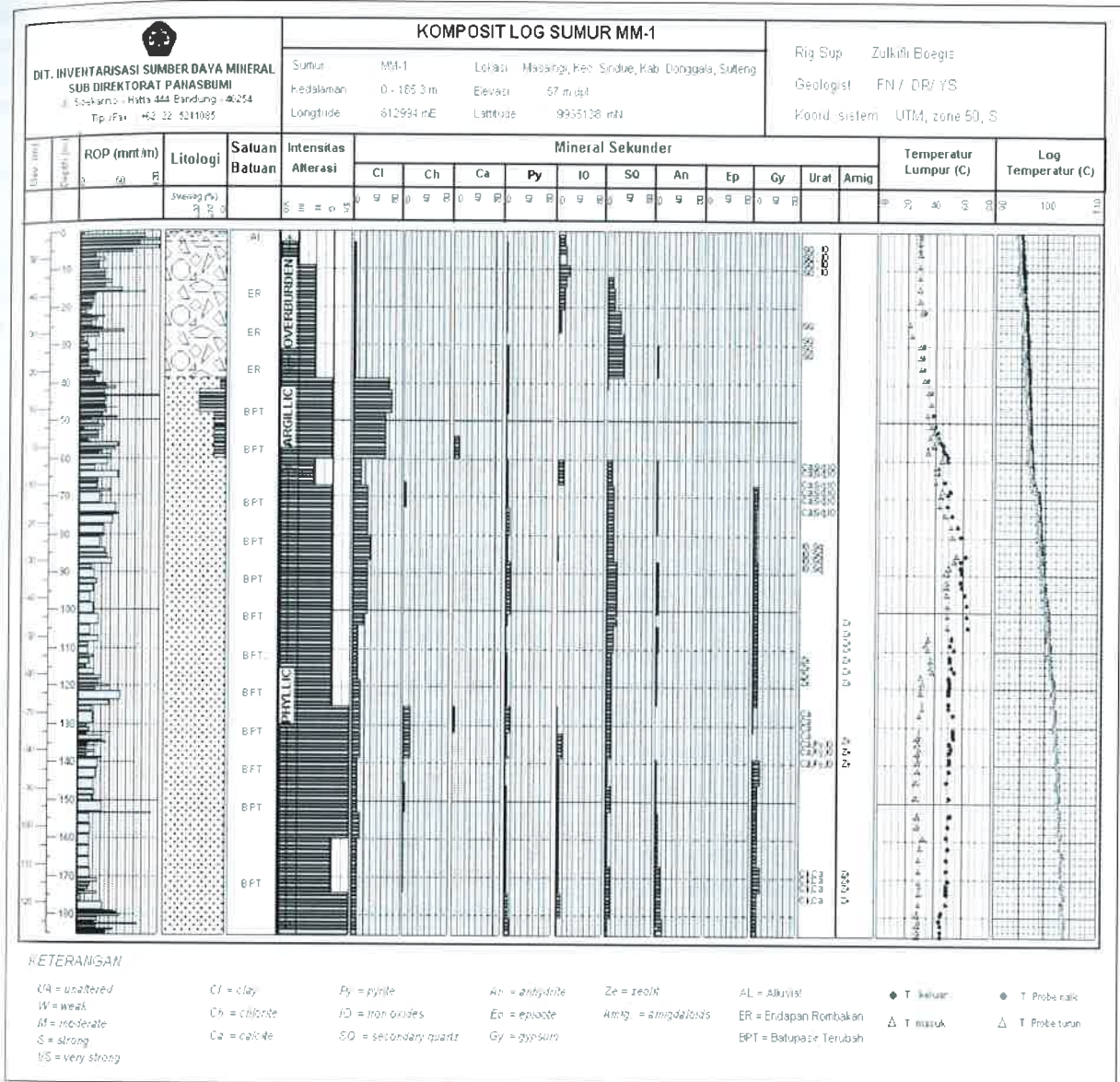
Gambar 1.

*Peta Lokasi MM-2 Lapangan Panas Bumi Marana,
Kab. Donggala, Sulawesi Tengah*

HASIL PEMBORAN LANDAIAN SUHU

Geologi

Litologi sumur landaian suhu MM-1 terdiri dari (atas/muda ke bawah/tua) adalah,



Gambar 2. Komposit Log Sumur Landaian Suhu MM-1, Lapangan Panas Bumi Marana, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah

Endapan Aluvial, terdapat dari permukaan hingga kedalaman 1 m, terdiri dari tanah penutup berwarna kecoklatan, di permukaan menunjukkan batuan lepas yang terdiri dari berbagai ukuran dan berbagai fragmen yang berasal dari batuan yang lebih tua, seperti batuan sedimen, granit, granodiorit dan metamorf yang merupakan endapan sungai. Endapan aluvial ini belum mengalami ubahan hidrotermal.

Batu Pasir Terubah, terdapat pada kedalaman 1 – 185 m, mendominasi hampir seluruh batuan yang terdapat pada sumur MM-1. Batu pasir yang bersifat lepas (unconsolidated material) terdapat mulai kedalaman 1 m hingga kedalaman 20 m, sedangkan batu pasir yang kompak dan padat terdapat pada kedalaman 20-185 m.

Satuan batu pasir ini terdiri dari (dari bawah ke atas) konglomerat polimik, batu pasir berukuran sangat kasar sampai sangat halus serta lanau/silt. Ukuran butir ini bergradasi dari sangat halus pada bagian atas hingga sangat kasar pada bagian bawah dan lapisan yang paling bawah adalah konglomerat polimik

Ditemukan struktur sedimen berupa laminasi sejajar (parallel lamination), laminasi silang-siur (cross lamination) dan perlapisan bersusun (cross bedding). Perulangan perlapisan batuan sedimen ini terjadi hingga lebih dari 10 sekuen perlapisan. Melihat struktur-struktur sedimen tersebut di atas, dapat diperkirakan pembentukan atau lingkungan pembentukan batuan sedimen ini adalah lingkungan laut dalam atau sebagai batuan sedimen turbidit.

Struktur Geologi

Gejala struktur geologi pada sumur bor dapat diindikasikan adanya breksiasi, milonitisasi, adanya hilang sirkulasi pada lumpur pembilas (TLC/PLC), adanya driling break dan lain sebagainya. Pada sumur MM-1 gejala adanya struktur geologi hanya ditandai oleh adanya hilang sirkulasi sebagian (PLC) yang terjadi pada kedalaman 22.5 – 25 m, kemungkinan hanya merupakan struktur minor atau rekahan permukaan.

Kondisi batuan (inti bor) dari kedalaman 60 sampai dengan 170 m tidak menunjukkan adanya rekahan – rekahan yang disebabkan oleh tektonik. Rekahan-rekahan halus yang terisi oleh mineral-mineral Ca, IO, Py, dan SQ baru ditemukan pada kedalaman 170 – 185 m. Tetapi pada kedalaman 170 – 181 m ini tidak terjadi hilang sirkulasi. Dengan demikian pada sumur MM-1 dapat dikatakan miskin rekahan/struktur.

Mineral Ubahan

Secara keseluruhan kehadiran mineral ubahan dari kedalaman 1 – 185 m dicirikan oleh adanya proses argilitisasi, piritisasi, oksidasi, silisifikasi, divitrifikasi dengan/tanpa karbonatisasi, kloritisasi, anhidritisasi, gysumnisasi, zeolitisasi dan epidotisasi.

Jenis mineral ubahan yang ditemukan pada sumur MM-1 adalah :

- Mineral Lempung (Cl), terdapat hampir pada semua kedalaman dari 3 – 185 m dalam jumlah sedang hingga sangat banyak (5 – 65 %)

umumnya terbentuk karena proses argilitisasi sebagai replacement (terubah dan tergantikan) dari mineral utama pada batuan granit, granodiorit, dan tufa serta dari masa dasar/matrik pada semua batuan, komponen batuan yang terdapat pada sumur MM-1.

- Kalsit /Karbonat (Ca), terdapat hanya pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 54 – 104 m (1 - 10%) dan kedalaman 125 – 185 m (1 – 5 %). Terbentuk sebagai ubahan hidrotermal terubah dan digantikan dari mineral utama pembentuk batuan dan matrik/masa dasar batuan, sebagian kecil sebagai vein (urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan).
- Klorit (Ch), terdapat pada kedalaman tertentu saja yaitu pada kedalaman 9 - 30 m, 48 – 54 m, 66 – 80 m dan 125 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 6 %). Umumnya terbentuk dari hasil replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik, sebagian kecil sebagai vein yang berasosiasi dengan Py, IO dan SQ.
- Pirit (Py), terbentuk hampir pada semua kedalaman mulai dari 3 – 185 m dalam jumlah relative sedikit (2 – 10 %), terbentuk sebagai replacement dari mineral utama dan masa dasar/matrik pada batuan. Hanya sebagian kecil sebagai pengisi rekahan pada batuan (vein).
- Oksida Besi (IO), terdapat pada hampir semua kedalaman mulai dari kedalaman 3 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit hingga cukup banyak (1 – 20 %). Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik batuan, sebagian kecil sebagai urat-urat halus pengisi rekahan pada batuan (Vein) berasosiasi dengan SQ, IO, Ca, dan Ch.
- Kuarsa Sekunder (SQ), terdapat pada hampir semua kedalaman mulai dari 3 – 185 m dalam jumlah yang relative sedikit (1 – 8 %). Terbentuk sebagai replacement mineral plagioklas, feldspar pada batuan dan masa dasar/matrik pada batuan.
- Anhidrit (An), terdapat pada kedalaman tertentu yaitu pada kedalaman 50 – 54 m, 60 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 4 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar/matrik pada batuan.

- Gypsum (Gy), terdapat dari mulai kedalaman 66 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 4 %). Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama dan masa dasar/matrik pada batuan.
- Illit (Il), terdapat pada kedalaman tertentu saja yaitu mulai dari kedalaman 60 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit (1 – 2 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari plagioklas dan mineral utama pembentuk batuan dan masa dasar gelas vulkanik andesit.
- Zeolit (Ze), terdapat pada kedalaman 66 – 185 m dalam jumlah relatif sedikit – agak banyak (1 – 10 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan terutama plagioklas dan gelas vulkanik. Sebagian kecil sebagai pengisi rongga pada batuan(Vug).
- Epidot (Ep), terdapat mulai dari kedalaman 101 – 185 m dalam relatif sedikit yaitu (1 %) dari total mineral ubahan pada batuan. Terbentuk sebagai replacement dari mineral utama pembentuk batuan (granit, granodiorit, metamorf dan tufa) dan ubahan dari masa dasar/matrik batuan.

Aliran Air Panas

Temperatur lumpur pembilas tercatat meningkat dari kedalaman 40 m menjadi 35°C. Pada kedalaman 52,50 m, temperatur lumpur pembilas makin meningkat mencapai 41°C, kedalaman 60 m selisih temperatur lumpur masuk dan keluar (Δt) mencapai 12°C. Terpaksa dilakukan set casing 4” pada kedalaman 60 m. Sebelum set casing, dilakukan pengukuran logging I temperatur. Sensor pada probe temperatur bermasalah, sehingga logging temperatur Tidak dapat dilakukan, sedangkan termometer maksimum menunjukkan temperatur bawah permukaan sebesar 75°C. Saat berhenti bor pada kedalaman 60 m, ada aliran air panas yang keluar dari sumur dengan temperatur sebesar 48°C, debit maksimum

Gb.2 Skema pemanfaatan langsung dan tidak langsung sistim reservoir dominasi air panas di lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria.

4 liter/menit.. Termometer maksimum pada kedalaman 104 m menunjukkan 84°C Ada aliran air panas dari dalam sumur dengan temperatur 76°C dan debit \pm 5 liter/menit. Pada kedalaman 185,30 m,

sirkulasi pakai air dingin dengan temperatur 29-30°C dan temperatur keluar terukur sebesar 49°C, selisih temperatur masuk dan keluar (Δt) mencapai 10-18°C, tekanan air panas yang mengalir melalui sumur semakin meningkat sehingga pompa air/lumpur tidak sanggup untuk melakukan sirkulasi. Hasil monitoring menunjukkan temperatur mencapai 94°C dengan debit air panas sebesar 317 liter/menit.

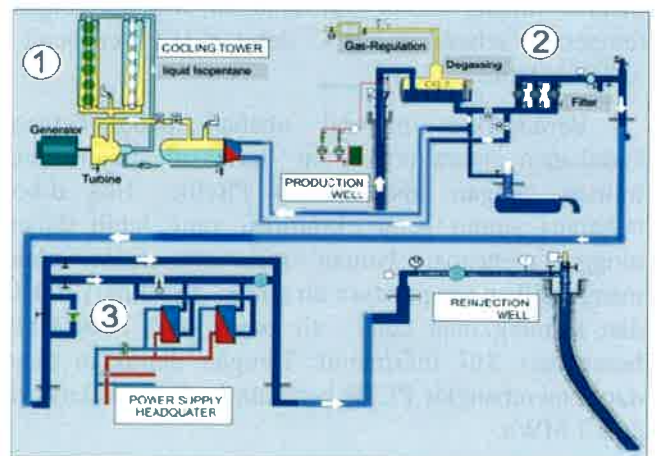
Temperatur maksimum hasil logging, setelah direndam selama \pm 4 jam (pengukuran dilakukan berkali-kali untuk mendapatkan hasil yang baik) adalah 104°C.

KEMUNGKINAN PEMANFAATAN LAPANGAN PANAS BUMI MARANA

Contoh Pemanfaatan Langsung dan Tidak Langsung

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) dengan kapasitas sebesar 250 kW telah dibangun di lapangan panas bumi Bad Blumau, Austria (Goldbrunner, 2005, Hoenig, 2005, Legmann, 2005)

Selain dari pemanfaatan sebagai PLTP, proyek ini juga memanfaatkan sisa air panas dari sistim pembangkit listrik tersebut untuk pemanfaatan langsung seperti pemanas untuk hotel di daerah setempat dan kolam air panas untuk pengobatan dan permadian umum.



Gambar 2

Penjelasan skema pemanfaatan langsung dan tidak langsung (Gb.2) reservoir panas bumi bersistem dominasi air panas. adalah sebagai berikut :

1. Air panas dari sumur produksi (temperatur $\pm 110^{\circ}\text{C}$, debit = 30 liter/detik) kedalaman 3000 m, masuk dalam instalasi pembersih dan pengering gas CO_2 , kemudian air panas ini akan masuk ke dalam turbin pembangkit listrik menghasilkan PLTP dengan kapasitas 250 Kw yang digunakan sebagai penerang hotel di daerah setempat.
2. Dari instalasi pembersih dan pengering gas, sebagian air panas tersebut (temperatur $\pm 85^{\circ}\text{C}$) dimanfaatkan sebagai system pemanas hotel dan kolam air panas.
3. Setelah itu air panas tersebut (temperature 50°C) di masukkan dalam sumur injeksi dengan kedalaman 3000 m.

Pemanfaatan Lapangan Panas Bumi Marana

Contoh pemanfaatan langsung dan tidak langsung tersebut di atas, sangat sederhana dan contoh ini dapat dimanfaatkan pada banyak lapangan panas bumi di Indonesia. Lapangan panas bumi seperti ini banyak ditemukan di Indonesia, karena tidak membutuhkan temperatur yang tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk PLTP skala kecil terutama untuk penerangan di pedesaan atau untuk mengembangkan daerah wisata sebagai penambah pemasukkan daerah serta pemanfaatan langsung lainnya.

Hasil pemboran sumur landaian suhu di lapangan panas bumi Marana (F.Nanlohi,dkk. 2005), terutama di daerah sekitar sumur MM-1, menunjukkan aliran air panas dari bawah permukaan melalui lubang sumur (kedalaman 185 m) dengan temperatur sebesar $\pm 104^{\circ}\text{C}$, debit ± 317 liter/menit (± 5 liter/detik).

Berdasarkan mineral ubahan pada batuan, kedalaman antara 60-185 m termasuk dalam zona transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Jika dibor beberapa sumur semi eksplorasi yang lebih dalam hingga mencapai batuan reservoir, maka akan menghasilkan temperature air panas besar dari 104°C dan kemungkinan debit air panas juga akan lebih besar dari 317 liter/menit. Dengan demikian akan dapat membangkit PLTP berskala kecil setidaknya di atas 1 MWe.

Pada lapangan panas bumi Bad Blumau di Austria, telah dibor sebanyak 63 sumur dan hanya satu sumur produksi (Bad Blumau 2) yang dapat menghasilkan 250 KW listrik dan pemanfaatan

langsung lainnya. Sumur-sumur lainnya tidak begitu panas.

Lapangan panas bumi Marana berada di pinggir laut (± 3 Km dari pantai), dan di daerah ini banyak ditemukan kebun kelapa yang diusahakan oleh penduduk setempat. Karena itu sistim pemanfaatan langsung dan tidak langsung seperti yang terdapat di lapangan panas bumi Bad Blumau dapat ditiru dan dikembangkan di lapangan panas bumi Marana.

Setelah dimanfaatkan sebagai PLTP skala kecil, sisa air panas dapat dialirkan untuk pemanas kopra, ikan asin (hasil laut) dan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan daerah wisata di Sulawesi Tengah.

KESIMPULAN

- o Hasil pemboran sumur landaian suhu MM-1 mencapai kedalaman 185 m, menghasilkan aliran air panas dengan debit 317 liter/menit dan temperatur air panas di kepala sumur mencapai 94°C (di kedalaman 185 m = 104°C). Hasil analisa batuan menunjukkan kedalaman 60-185 m merupakan lapisan transisi dengan tipe ubahan Phyllic. Masih memungkinkan mendapatkan temperature dan debit air panas yang lebih tinggi pada batuan reservoir.
- o Data dari hasil sumur bor MM-1 tidak berbeda jauh dengan apa yang terdapat di lapangan panas bumi Bad Blumau, bahkan lebih baik.
- o Sistim reservoir dominasi air panas pada lapangan panas bumi Marana dapat digunakan sebagai PLTP skala kecil sekaligus pemanfaatan langsung berupa pengeringan kopra, ikan asin dan pengembangan daerah wisata.

DAFTAR BACAAN

- D. Citrin, 2002 : Geothermal Applications and Experience of Organic Rankine Cycle Technology. F:\ida\papers\4060-NEF Article
- F. Nanlohi dkk, 2005 : Pemboran Sumur Landaian Suhu MM-1, Lapangan Panas Bumi Marana, Sulawesi Tengah, proceeding presentasi hasil kerja dit. Inv. Sumber Daya Mineral.
- F. Nanlohi dkk, 2005 : Pemboran Sumur Landaian Suhu MM-2, Lapangan Panas Bumi Marana, Sulawesi Tengah, proceeding presentasi hasil kerja dit. Inv. Sumber Daya Mineral.
- Dl. Horst G. Hoenig, 2005 : Geothermal Resources as a Promoter of Regional Development, The Success Story of The Styrian Volcanic Region. Proceedings Word Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005
- Hilel Legmann, 2005 : The Bad Blumau Geothermal Project, A low Temperatur, Sustainable and Environmentally Design Power Plant. Proceedings Word Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005
- Johann Goldbrunner, 2005 : Bad Blumau (Styria, Austria) The Success Story of Combined Use of Geothermal Energy. GHC Bulletin, Juni 2005.
- ORMAT, 2005 : Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Modular. Majalah ORMAT.

POTENSI SUMBERDAYA, TIPE FLUIDA DAN SISTIM PANAS BUMI IE SU'UM - MASJID RAYA, KABUPATEN ACEH BESAR

Oleh:

Herry Sundhoro

Pokja Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi (PMG)

S A R I

Paper ini merupakan hasil awal pekerjaan panas bumi yang dilakukan secara sistematik, dalam rangka pemanfaatan energi panas bumi bagi tenaga listrik di Kabupaten Aceh Besar.

Pekerjaan dimaksudkan untuk mengetahui potensi sumberdaya, tipe fluida dan sistim panas bumi sebagai pegangan dalam menentukan langkah eksplorasi lanjut.

Daerah Ie Su'um terletak di ujung barat laut daratan P. Sumatera. Manifestasi panas berada di antara 2 (dua) patahan Krueng Raya, arah barat barat laut-selatan tenggara. Gejala permukaan sebagai idikasi potensi panas di kedalaman, berupa munculan airpanas bersuhu 86 dan 86,4° C di elevasi 82 m dpl.

Karakteristik geologi dan geokimia menunjukkan airpanas tersebut bertipe klorida, sistim *up-flow*, luas daerah prospek ± 0,5 km², ditentukan berdasarkan anomali konsentrasi menciuri tanah dan CO₂ udara tanah nilai tinggi. Estimasi sumberdaya (*hipotetis*) ± 12 Mwe (untuk daerah 0,5 km²).

LATAR BELAKANG

Berdasarkan kondisi geologinya daerah Kabupaten Aceh Besar banyak memiliki sumber energi alternatif panas bumi.

Di dalam memenuhi konsumsi energi setempat, sejauh ini masih memakai energi minyak bumi berupa bensin dan solar yang harus dipasok dari lain daerah. Akibatnya subsidi yang diberikan menjadi mahal karena harga minyak bumi selalu dikonversikan dengan nilai dolar yang nilainya selalu melambung apabila dibandingkan dengan nilai rupiah.

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut, perlu diupayakan sumber energi yang berasal dari daerah sendiri, diantaranya adalah energi panas bumi.

Kajian literatur menunjukkan ada mataair panas di Ie Su'um, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar pada aluvium dan batuan vulkanik Kuarter Tua (Plistosen).

Guna pemanfaatan energi panas bumi di sini, telah dilakukan penghitungan potensi sumberdaya (*hipotesis*) berdasarkan karakteristik geologi dan fluida airpanas.

LOKASI

Secara administratif daerah bahasan berada di Desa Ie Su'um, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi NAD. Koordinat UTM di barat laut pada X= 782.493 mT; Y= 614300 mU, timurlaut pada X= 781940 mT, Y= 614250 mU, baratdaya pada X= 782.120 mT, Y= 613160 mU dan di tenggara pada X= 782.660 mT; Y= 613250 mU (Gbr1).

METODOLOGI

Pekerjaan meliputi: kompilasi data sekunder, penapsiran peta geologi regional, survai lapangan, pengujian laboratorium serta pengolahan dan evaluasi data.

Data sekunder bersumber dari instansi Bakosurtanal (1978), Direktorat Vulkanologi (1978), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (1981), BPS dan Bappeda Kabupaten Aceh Besar (2003) dan Badan Meteorologi Dan Geofisika (2005).

Kompilasi data lapangan mengaplikasikan 2 metoda, geologi dan geokimia.

Geologi berupa pengamatan batuan, penyamplingan, analisis morfologi, stratigrafi dan struktur geologi.

Geokimia berupa sampling airpanas, sampling tanah untuk konsentrasi Hg dan udara tanah untuk konsentrasi CO₂ berspasi horizontal 250 X 150 m. Pengambilan sampel airpanas dilakukan di mataair panas Ie Su'um 1 dan 2.

Pengujian laboratorium geologi berupa petrografi batuan yang mewakili daerah, sedangkan laboratorium geokimia berupa analisis:

- Kimia airpanas untuk konsentrasi unsur Na, K, Li, Ca, Fe, Mg, As, NH₄, HCO₃, Cl, SO₄, B, F, SiO₂,

pH dan daya hantar listrik (DHL).

- Contoh tanah dengan AAS.
- Contoh udara tanah dengan cara *Titrisi*.

Karakteristik data dan hasil laboratorium geologi, geokimia dapat mengidentifikasi, jenis batuan, arah, kemiringan, patahan, prakiraan perangkat panas, tipe, klasifikasi airpanas, geotermometer airpanas, konsentrasi Hg tanah, CO₂ udara tanah, daerah prospek dan potensi sumberdaya (*hipotetis*).



Gambar 1. Daerah bahasan

GEOLOGI

GEOLOGI UMUM

Morfologi

Aliran sungai di P. Sumatera berawal dari puncak pegunungan Bukit Barisan di bagian barat, dengan ketinggian mencapai > 2000 m dpl. Sungai-sungai ber kemiringan curam dan mengalir mengikuti pola arah baratlaut - tenggara.

Sungai-sungai di pantai barat mengikuti arah struktur dan perlapisan batuan yang menyayat dalam, berpola mendaun (*dendritik*). Sedangkan di kaki bukit pantai utara polanya beragam, umumnya memotong batuan sedimen berumur Tersier Atas dan selanjutnya berpola berkelok (*meander*) sewaktu memasuki pesisir pantai menuju Selat Malaka. Pola aliran sungai di G. Seulawah Agam menunjukkan berpola memancar (*radial*).

Morfologi pantai timurlaut, berupa daerah perbukitan dengan ketinggian < 500 m dpl, diisi batuan sedimen Tersier. Morfologi pantai barat, berupa dataran tinggi dengan elevasi + 900 m dpl, diisi oleh sedimen berlapis berumur Tersier.

Deretan gunungapi berumur Plio-Plistosen dengan ketinggian antara + 500-800 m dpl menempati pantai utara hingga bagian barat Sigli.

Puncak tertinggi + 1810 m dpl. membentuk Kerucut G. Seulawah Agam. Terpisah dari Pegunungan Bukit Barisan terdapat dataran Banda Aceh yang amat luas, diisi oleh batuan sedimen berumur Plio-Plistosen. Selain dataran Banda Aceh terdapat juga dataran pantai yang sangat luas terletak di daerah Sigli (J.D. Bennett, dkk, 1981).

Stratigrafi

Batuan daerah Ie Su'um adalah satuan vulkanik Lam Teuba (Qtvl) berumur Plistosen. Terdiri dari: batuan gunungapi andesit-dasit, breksi batu apung, tufa, aglomerat, aliran abu di dalamnya terdapat lahar (Qvtl). Batuan tersebut sebagian ditutupi aluvium (Qh) berupa kerikil, pasir dan lumpur (J.D. Bennett, dkk, 1981).

Struktur

Struktur yang mengontrol daerah adalah sesar baratlaut- tenggara (*NW-SE*). Pola aliran sungai di pantai barat dipengaruhi pola struktur dan litologi, yang menyayat dalam berpola mendaun.

Kegiatan tektonik telah berlangsung sejak Mesozoikum Akhir, dengan arah baratlaut-tenggara di bagian tepi cekungan/jalur gunungapi, di ujung barat paparan Sunda.

Pada Akhir Kapur di duga terjadi kegiatan tektonik di wilayah tepi cekungan. Kegiatan ini mungkin akibat adanya perubahan arah aktivitas pemekaran lempeng Indo-Australia. Aktivitas pada Akhir Kapur berlanjut hingga Tertier dan menghasilkan pengangkatan (*geanticline*) berbentuk jalur gunungapi Tertier. Selanjutnya kegiatan tetap berlanjut yang maksimalnya terjadi pada Plio-Plistosen. Arah tektonik adalah utara barat searah jalur gunungapi Sunda (P. Jawa dan sekitarnya) dan berasosiasi dengan kegiatan *subduction* dari pemekaran dasar samudera Indo-Australia yang mengarah ke barat. Penunjaman miring dari plate Indo- Australia ke plate Asia terjadi akibat adanya patahan besar Sumatra yang sejajar dengan arah patahan dan berarah mengangan (*dextral strike-slip fault system/ SFS*). Arah patahan *dextral* ini berlanjut hingga laut Andaman di utara yang berupa cekungan (*back-arc basin*) yang terbentuk Awal Miosen dengan sistim patahan geser (*transform - fault*).

Struktur yang terdapat di daerah bahasan berupa patahan baratlaut-tenggar (*NW-SE*). Di G. Seulawah Agam terdapat struktur kawah dan kaldera (J.D. Bennett, dkk, 1981).

GEOLOGI DAERAH

Stratigrafi

Disusun berdasarkan hubungan relatif antara masing-masing unit. Penamaannya di dasarkan pada pusat erupsi dan genesa pembentukannya. Dari amatan batuan dan analisis petrografi, daerah dibagi menjadi 3 satuan. Urutan tua ke muda, sbb (Gbr 2):

- Satuan Diorit G. Meuh (Qpdm).
- Satuan Kolumium Ie Su'um (Qki)
- Satuan Aluvium Ie Su'um (Qai)

Struktur Geologi

Dicerminkan oleh depresi (*horst dan graben*), kelurusan morfologi, paset segi tiga, gawir sesar. kekar, zona breksiasi dan munculan 2 mataair panas.

Cerminan tersebut menunjukkan, terdapat sesar normal membentuk *horst* dan *graben* (depresi). Sesar Krueng Raya tersebut mengarah N 160-170° E, dip > 75°. Pada *graben* Ie Su'um

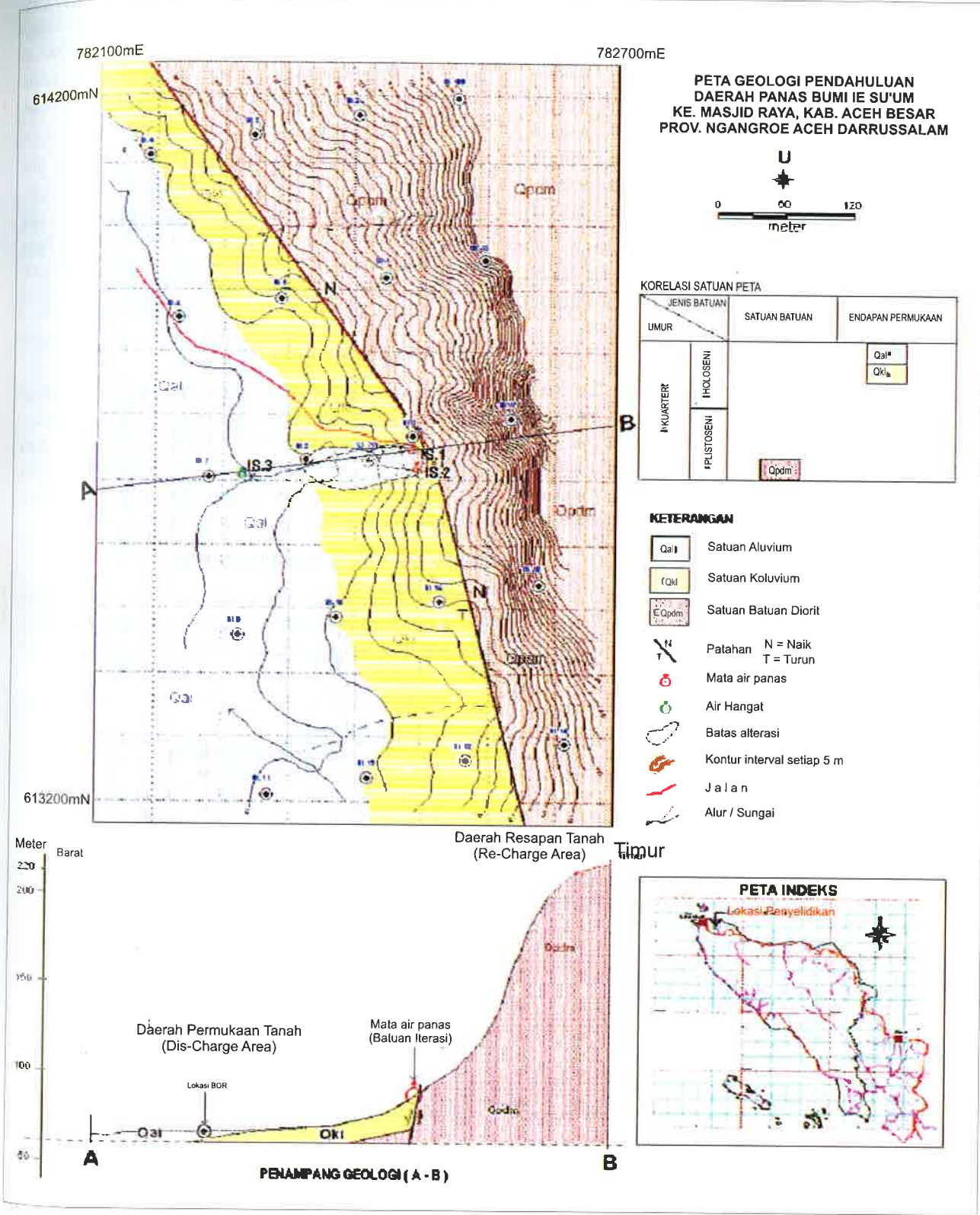
sejak
ggara di
g barat

egiatan
tan ini
ktivitas
as pada
r dan
rbentuk
n tetap
a Plio-
rah jalur
ra) dan
a dari
a yang
ri plate
adanya
arah
ict-slip
erlanjut
ekungan
dengan

berupa
eulawah
a (J.D.

antara
an pada
Dari
n dibagi
or 2):

graben),
r sesar,
panas.
erdapat
graben
engarah
Su'um



Gambar 2. Peta Geologi

Struktur *horst* berada di timur dan barat depresi.

Hidrogeologi

Wilayah airtanah dibagi 3 zona, daerah resapan air, daerah munculan air tanah dan aliran permukaan (Gbr 3).

Zona resapan air (*re-charge area*) berada di horst timur graben Ie Su'um, dengan elevasi mencapai + 480 m dpl.

Air hujan/ *meteoric water* yang turun di Perbukitan Terjal, sebagian akan meresap ke bumi pada permeabilitas batuan menjadi air tanah. Berupa kantong air (*catchment area/ akumulasi*) air tanah.

Daerah munculan airtanah (*dis-charge area*) berada di depresi Ie Su'um, seluas ± 50 % dari luas daerah. Air yang meresap ke bumi akan muncul berupa mataair panas dan dingin di depresi Ie Su'um. Sebagiannya mengalir di muka bumi, sebagai aliran permukaan (*run-off water*). Aliran air permukaan berakumulasi di S. Krueng Raya dan bermuara ke Selat Malaka.

GEOKIMIA

Karakter fluida

Komposisi airpanas hasil laboratorium diuji di

diagram segitiga *Giggenbach* $Cl-SO_4-HCO_3$ $Na/1000-K/100-\sqrt{Mg}$ dan $B-Li-Cl$. hasil menunjukkan bahwa tipe airpanasnya klorida (Gbr A), ada di lingkungan *volcanic/ magmatic water*, jauh dari Boron. (Gbr 4 B) dan keduanya berada di *partial equilibrium* (Gbr 4 C).

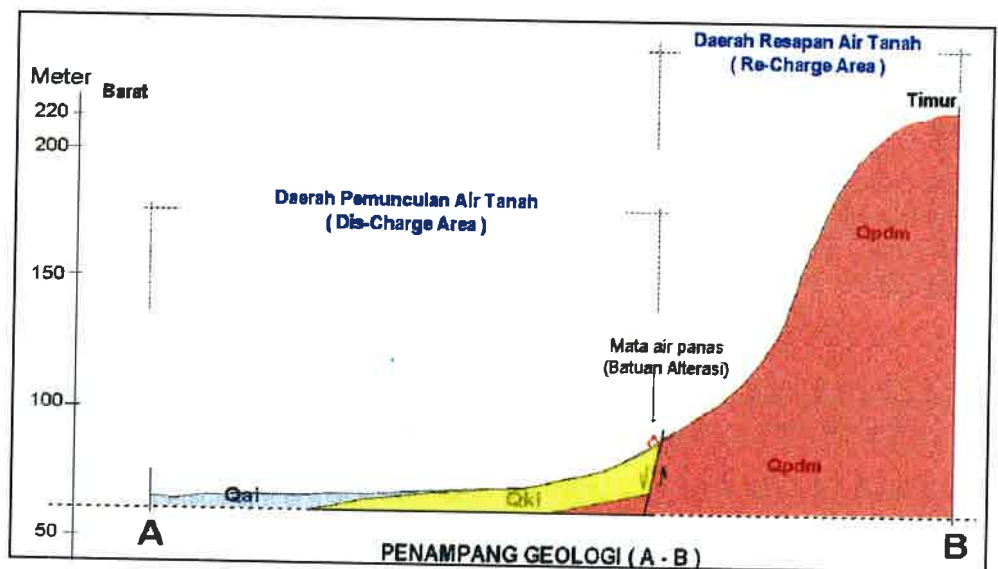
Karakteristik air panas Ie Su'um yang ber pH netral = 7.02-7.16 dengan suhu permukaan 86-86.5°C, bertipe klorida, berada di *partial equilibrium*, lingkungan *volcanic/ magmatic water* jauh dari Boron. Diasumsikan ada di zona *up-flow* dengan reservoir didominasi airpanas (*"water heat dominated"*).

Geotermometer fluida

Airpanas Ie Su'um merupakan tipe yang ideal untuk aplikasi estimasi geotermometer airpanas. Berdasarkan geotermometer Na/K *Fournier* dan *Giggenbach*, suhu di kedalaman menunjukkan antara 206-228°C. Suhu tersebut termasuk suhu reservoir berentalpi sedang (*intermediate entalphy*).

Analisis tanah dan udara tanah

Hasil analisis pH, Hg tanah dan CO_2 udara tanah di - 1 m menunjukkan pH tanah bervariasi antara 4,98-6.7. Kandungan Hg tanah bervariasi 20-126,6



Gambar 3. Wilayah airtanah

ppb, nilai ambang batas (*back-ground value*) 80 ppb. Kandungan CO₂ udara tanah bervariasi antara 0.3-1.38 %, dan nilai ambang batas 1 %.

Sebaran konsentrasi Hg dan CO₂ (Gbr 5 A, B) dan sebaran pH tanah dan temperatur di - 1 m ditampilkan di Gbr 5 C dan D sebagai pembandingan.

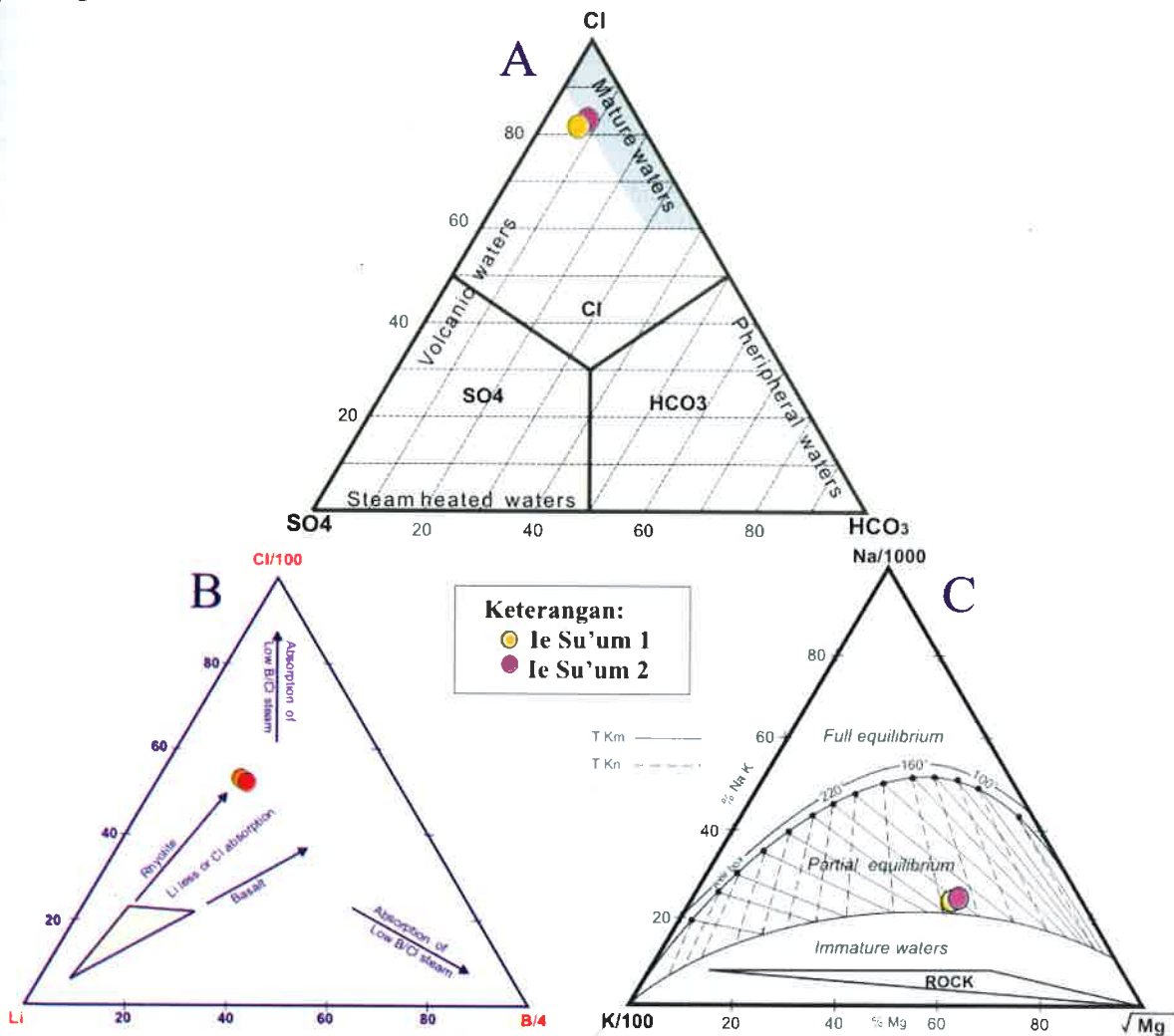
Anomali Hg berkonsentrasi 70 s/d > 80 ppb, berada di timurlaut. Klosur kontur 70-80 ppb terdapat di baratlaut, barat tengah dan selatan tengah (Gbr 5 A).

Anomali CO₂ dengan konsentrasi 0.8 hingga > 1 % ada di timurlaut dan klosur kontur nilai sama ada di tenggara tengah (Gbr 5 B).

Kecenderungan yang sama terjadi pada sebaran pH tanah rendah dan pola sebaran suhu udara tanah nilai tinggi di kedalaman - 1 m (Gbr 5 C dan D).

Anomali Hg tanah, CO₂ udara tanah, pH tanah rendah dan suhu udara tanah tinggi di kedalaman - 1 m menunjukkan arah utara baratlaut-selatan tenggara, searah sesar Krueng Raya (N 160-170° E). Pola tersebut mencerminkan fluida yang naik ke permukaan dan terperangkap oleh soil di - 1 m (horizon B).

Berdasarkan pola konsentrasi Hg tanah dan CO₂ udara tanah tinggi dan struktur geologi, luas daerah prospek Ie Su'um di asumsikan ± 0,5 km² (Gbr 6).



Gambar 4
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Cl-SO₄-HCO₃ (gambar A),
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Cl/100-B/4-Li (gambar B) dan
 Pengujian fluida terhadap Diagram Segitiga Na/1000-K/100-√Mg (gambar C)

POTENSI

Daerah prospek berada di barat patahan Krueng Raya, bersistem *up-flow* seluas ± 0,5 km². Berdasarkan standard Estimasi Potensi Panas Bumi menunjukkan bahwa Sumberdaya (*hipotetis*) Ie Su'um adalah ± 13 Mwe.

DISKUSI

Berdasarkan karakter fisika dan kimia air panas disimpulkan bahwa fluida berada di zona "*up-flow*". Artinya berasal langsung dari dalam (*deep water*) dan reservoarnya didominasi airpanas (*water heated dominated*) bersuhu antara 206-228° C. Reservoir itu termasuk suhu reservoir berentalpi sedang (*intermediate entalphy*).

Potensi Sumberdaya (*hipotetis*) adalah ± 13 Mwe, dengan mengaplikasikan suhu geotermometer 228° C

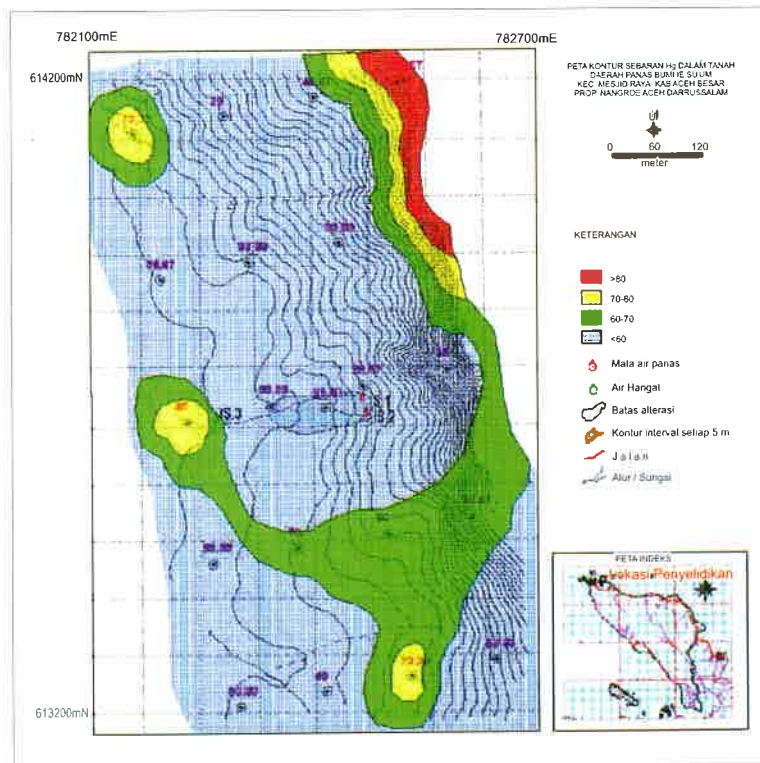
Pemanfaatannya bisa dipakai secara langsung (*direct-used*) dan tidak langsung (*indirect - used*).

Pemanfaatan tidak langsung adalah untuk listrik. Dalam prosesnya perlu mengekstrasi energi panas dari fluida menjadi energi listrik

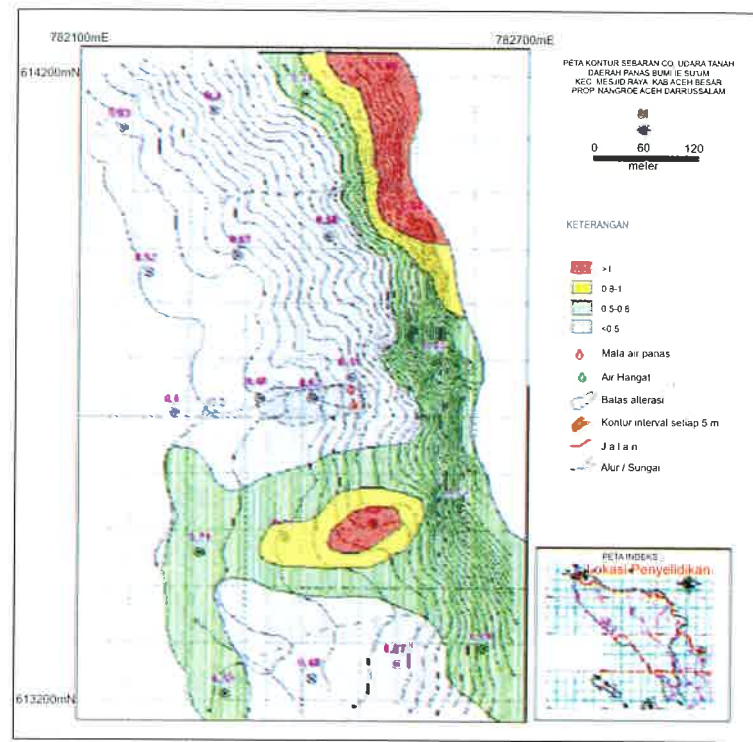
Pemanfaatan langsung diantaranya untuk: pemanasan rumah kaca, budidaya pertanian (pengering kopi, kopra, kemiri, coklat, teh) dan budidaya ikan/ perikanan (pengering ikan laut atau ikan asin dan udang). Juga dapat dimanfaatkan untuk pariwisata (hotel, pemandian/kolam renang air panas, SPA dan pengobatan kesehatan lainnya (*curing*).

REKOMENDASI

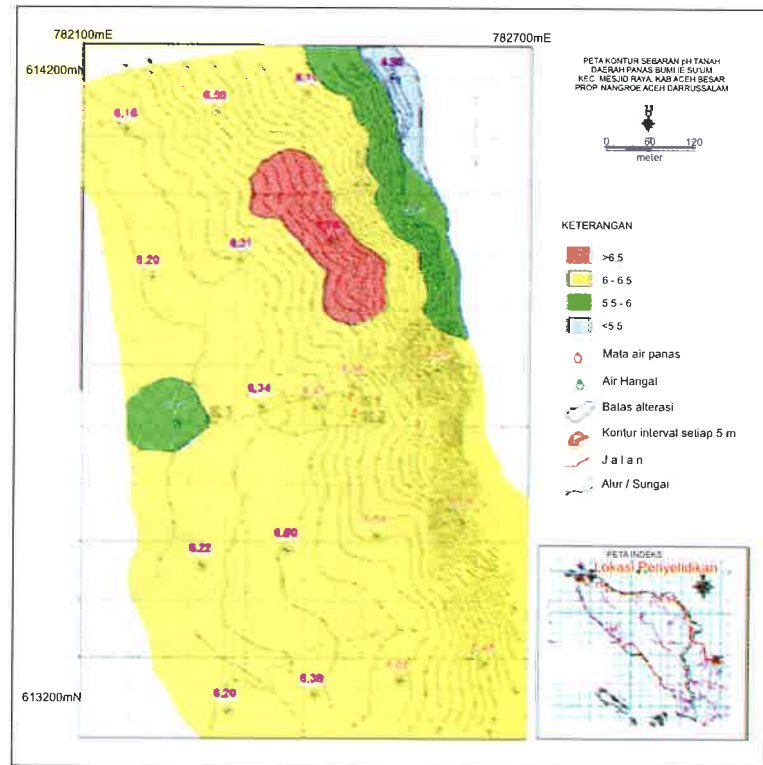
Di daerah Ie Su'um – Masjid Raya, Kabupaten Besar perlu ditindak lanjuti dengan kajian terpadu geologi, geokimia dan geofisika untuk mendapatkan potensi cadangan, konfigurasi batuan dan struktur bawah permukaan, serta rekonstruksi model panas bumi. Sebagai landasan penentuan titik pemboran LS (*gradient thermal*) dan pemboran eksplorasi untuk memanfaatkan fluida panas melalui lubang sumur.



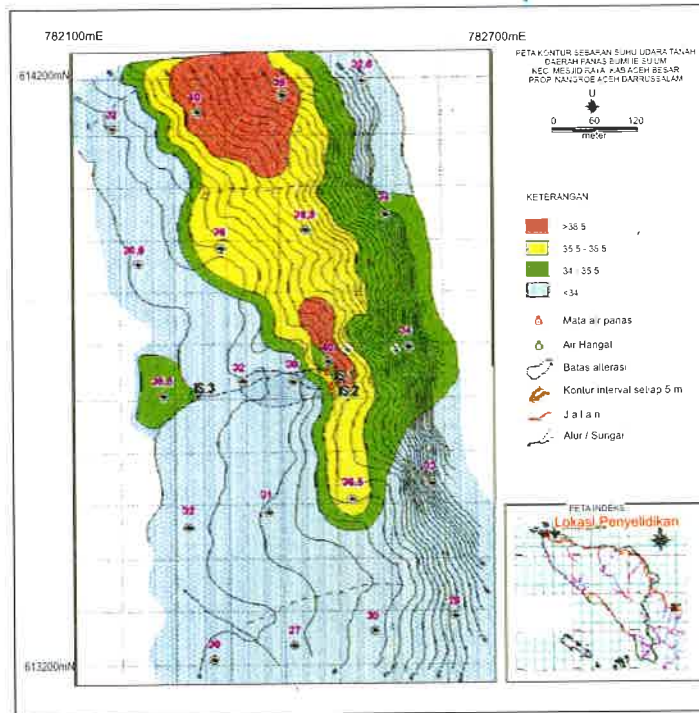
Gambar 5 A. Peta anomali Hg tanah



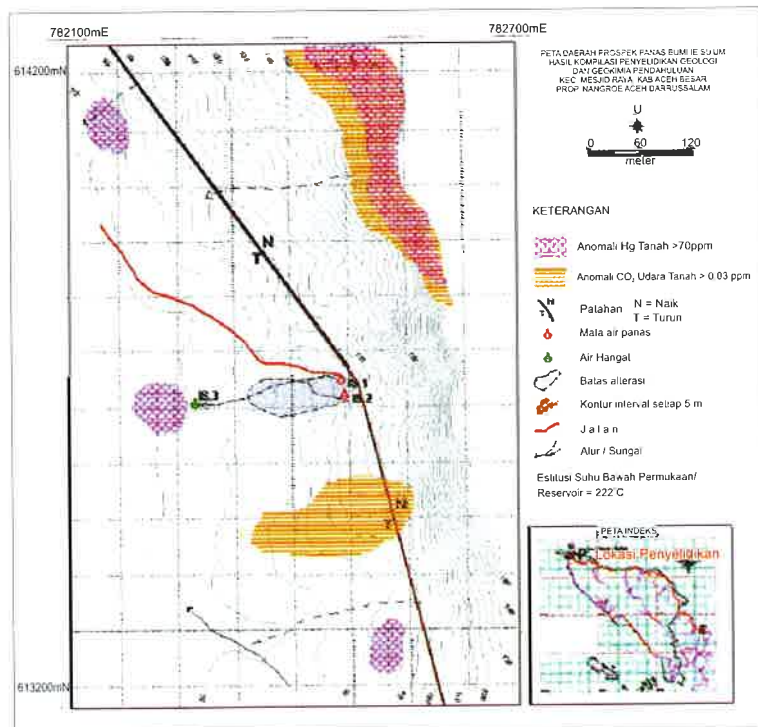
Gambar 5 B. Peta anomali CO₂ udara tanah



Gambar 5 C. Peta sebaran pH tanah



Gambar 5 D. Peta sebaran suhu udara tanah



Gambar 6. Daerah prospek berdasar anomali Hg tanah, CO₂ udara tanah dan patahan geologi

PUSTAKA

- Bakosurtanal, 1978, Peta Rupa Bumi Indonesia, Skala 1:50.000. Lembar 0421-61, Zone UTM 46 U.
- BMG, 2004; Data curah hujan Indonesia 2004
- Bemmelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia. Vol. I A. General Geology Of Indonesia And Adjacent Archipelagoes*. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Bennett, J.D., dkk (1981), Peta Geologi Lembar Banda Aceh, Sumatra, skala 1: 250.000.
- BPS 2004; Aceh Besar Dalam Angka 2003, Kerjasama BPS dan Bappeda Kabupaten Aceh Besar.
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System: Principles and Case Histories"*. John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988. *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo- Indicators. Geochemica Acta 52. pp. 2749 – 2765.*
- Lawless, J., 1995. *Guidebook: An Introduction to Geothermal System*. Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. *Chemistry and Geothermal System. Academic Press Inc. Orlando.*
- Nasution, A, dkk, 1978: Penyelidikan Inventarisasi Gejala Panas Bumi Daerah Seulawah Agam, Kabupaten Aceh Besar, Daerah Istimewa Aceh.
- Pertamina UEP Sumbagut Eksplorasi P. Brandan, 1994, Peta Geologi G. Selawah Agam Skala 1: 25.000.

KAJIAN TERHADAP BENTONIT DI KABUPATEN TASIKMALAYA DAN KEMUNGKINANNYA DIJADIKAN BAHAN PEMBERSIH MINYAK SAWIT (CPO)

Oleh :

Ganjar Labaik

Kelompok Kerja Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Perkembangan industri minyak goreng sawit pada dasawarsa terakhir mengalami peningkatan sejalan dengan beralihnya pola konsumsi masyarakat dari minyak goreng kelapa ke minyak goreng kelapa sawit. Konsumsi per kapita minyak goreng Indonesia mencapai 16,5 kg per tahun dimana konsumsi perkapita khusus untuk minyak goreng sawit sebesar 12,7 kg per tahun. Berdasarkan perkembangan berbagai variable terkait seperti peningkatan konsumsi minyak goreng untuk keperluan rumah tangga maupun industri diperkirakan total konsumsi minyak goreng dalam negeri tahun 2005 mencapai 6 juta ton dimana 83.3% terdiri dari minyak goreng sawit.

Sebagai bahan untuk penjernihan minyak kelapa sawit diperlukan bentonit jenis kalsium bentonit (Ca-Bentonit) yang banyak tersedia didalam negeri. Permasalahannya apakah bentonit lokal ini bisa memenuhi speifikasinya untuk itu ?, dan bagaimana bentonit lokal ini harus dapat di daya gunakan dimasa mendatang agar kebutuhan bentonit ini tidak terlalu tergantung pada bentonit impor, sehingga pada gilirannya bisa menekan seminimal mungkin bentonit impor.

Potensi bentonit di Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat mempunyai sumberdaya sebesar 19.812.600 ton diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam rangka mengurangi impor bentonit.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri minyak goreng sawit pada dasawarsa terakhir mengalami peningkatan sejalan dengan beralihnya pola konsumsi masyarakat dari minyak goreng kelapa ke minyak goreng kelapa sawit. Konsumsi per kapita minyak goreng Indonesia mencapai 16,5 kg per tahun dimana konsumsi perkapita khusus untuk minyak goreng sawit sebesar 12,7 kg per tahun. Berdasarkan perkembangan berbagai variable terkait seperti peningkatan konsumsi minyak goreng untuk keperluan rumah tangga maupun industri diperkirakan total konsumsi minyak goreng dalam negeri pada tahun 2005 mencapai 6 juta ton dimana 83.3% terdiri dari minyak goreng sawit (tabel 1).

Namun demikian dari 79 pabrik yang ada di Indonesia, belum semuanya berproduksi secara maksimal, baru sekitar 31 %. Produksi terbesar minyak kelapa sawit berada di Pulau Jawa dengan kontribusi terhadap produksi nasional sebesar 51.4%. Disusul dengan Sumatera sebesar 47.5% dan Kalimantan Barat 1.1%. Selain itu permasalahan yang

lain adalah belum terintegrasinya produksi dalam satu sistem industri dari hulu ke hilir.

Sebagai bahan untuk penjernihan minyak kelapa sawit diperlukan bentonit jenis kalsium bentonit (Ca-Bentonit) yang banyak tersedia didalam negeri. Permasalahannya apakah bentonit lokal ini bisa memenuhi spesifikasi untuk itu ?, dan bagaimana bentonit lokal ini harus dapat di daya gunakan dimasa mendatang agar kebutuhan bentonit ini tidak terlalu tergantung pada bentonit impor, sehingga pada gilirannya dimasa mendatang kita tidak lagi mengimpornya dan tidak mustahil mempunya daya kompetitif dipasaran internasional.

Jumlah bentonit yang diperlukan sebagai bahan penjernih minyak akan sama jumlahnya dengan 2,5% - 4,0% dari jumlah minyak sawit (CPO). Maka untuk pemakaian 6 juta ton minyak sawit (CPO) pada tahun 2005 ini akan menggunakan bentonit sebanyak 150.000 ton – 240.000 ton.

Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor sebagian kebutuhan bentonit dalam negeri untuk

memenuhi berbagai keperluan bahan industri terutama jenis bentonit untuk penjernih minyak kelapa, bagi keperluan rumah tangga dari berbagai negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat dan Inggris.

Dari sekian banyak komoditi bentonit untuk penjernih minyak yang tersebar di seluruh Indonesia, maka bentonit dari daerah Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat ini dapat memberikan sumbangan dalam rangka mengurangi import bentonit. Karena berdasarkan hasil penyelidikan ternyata spesifikasi bentonit ditempat ini telah memenuhi standar baku yang ditetapkan dan juga memiliki sumberdaya bentonit tereka yang cukup banyak yaitu sebesar 19.812.600 ton. (Martua Raja P., dkk., 2002.).

2. GEOLOGI ENDAPAN BENTONIT

2.1. Tinjauan Umum

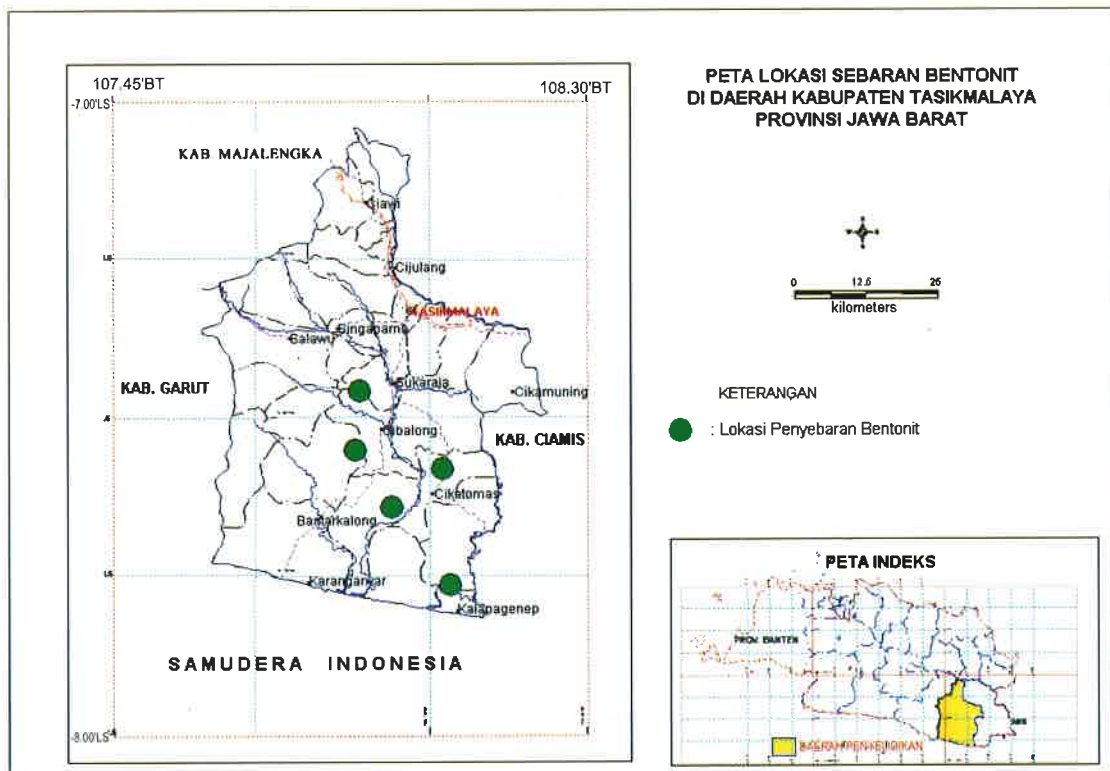
Bentonit adalah suatu istilah nama dalam dunia perdagangan yang sejenis lempung plastis yang mempunyai kandungan mineral monmorilonit lebih

dari 85% dengan rumus kimianya $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot xH_2O$.

Nama ini diusulkan pertama kali oleh Knight (1898) untuk nama sejenis lempung koloid yang ditemukan pada formasi Benton "Rock Creek" Wyoming Amerika Serikat.

Penamaan istilah bentonit diusulkan sebagai pengganti dari istilah nama lain sebelumnya yaitu "Soapy Clay" atau "Taylorit" yang dipopulerkan oleh Taylorite (1888). Sedangkan nama monmorilonit itu sendiri berasal dari Perancis pada tahun 1847 untuk penamaan sejenis lempung yang terdapat di Monmorilon Prancis yang dipublikasikan pada tahun 1853 - 1856. Grim (1968) mengelompokkan monmorilonit ini kedalam Smektit Group sub kelompok *smektit di-oktahedral* (heptaphyllitic) bersama dengan beidelit dan nontronit. Sedangkan sub kelompok lainnya adalah smektit *tri-oktahedral* (cetaphyllitic) yang terdiri dari mineral hektorit dan saponit.

Secara megaskopis bentonit dapat diamati secara langsung dengan ciri khas yaitu : mempunyai kilap



Gambar 1. Peta Lokasi Sebaran Bentonit Di Kabupaten Tasikmalaya

lilin, lunak, , berwarna abu-abu kecoklatan sampai kehijauan.

2.2. Genesa Bentonit

Mula terjadinya Bentonit secara umum dapat dikelompokkan menjadi empat jenis endapan yaitu hasil endapan dari proses pelapukan, hydrothermal, devitrifikasi dan endapan sedimen.

2.2.1. Proses Pelapukan

Bentonit ini terbentuk akibat proses pelapukan dari mineral-mineral penyusun batuan yang dipengaruhi oleh iklim, jenis batuan, relief muka bumi, tumbuh-tumbuhan yang berada diatas batuan tersebut.

Faktor utama yang menyebabkan terbentuknya jenis mineral lempung dalam proses ini adalah *komposisi mineral batuan, komposisi kimia dan daya larut air tanah.*

Pembentukan mineral lempung oleh pelapukan adalah akibat reaksi ion-ion hidrogen yang terdapat dalam air tanah dengan mineral-mineral silikat. H^+ umumnya berasal dari asam karbonat yang terbentuk sebagai akibat pembusukkan oleh bakteri terhadap zat organik dalam tanah.

Menurut Wollast (1967), pada proses pelapukan bila laju aliran air lebih cepat dibanding dengan pelarutan yang terjadi, biasanya didaerah curam maka akan terbentuk *gibsit* [$Al(OH)_3$] dari felspar. Dan jika laju aliran semakin rendah biasanya didaerah landai, maka dari felspar tersebut akan terbentuk *kaolinit* [$Al_2SiO_5(OH)_4$]. Sedangkan bila laju aliran terhenti biasanya didalam cekungan, suatu reaksi yang lambat akan terjadi antara kation dengan $Al(OH)_3$ dan silika membentuk monmorilonit [$Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$].

2.2.2. Proses Hidrotermal

Proses ini berlangsung karena adanya injeksi larutan hidrotermal yang bersifat asam merembes melalui celah-celah rekahan pada batuan yang dilaluinya, sehingga mengakibatkan terjadinya rekasi antar larutan tersebut dengan batuan itu.

Pada saat reaksi berlangsung, komposisi larutan hidrotermal tersebut menjadi berubah. Unsur-unsur alkali akan dibawa kearah luar, sehingga selama proses itu berlangsung akan terjadi daerah atau zona yang berkembang dari asam ke-basa dan pada umumnya berbentuk melingkar sepanjang rekahan dimana larutan itu menginjeksinya.

Terjadinya monmorilonit sebagai mineral penyusun utama bentonit, terjadi karena adanya ubahan dari felspar plagioklas, mineral mika dan feromagnesian. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya magnesium (Mg) dan kalium (K) yang berasal dari mika atau felspar. Peristiwa ini terjadi pada alterasi hidrotermal tingkat rendah.

2.2.3. Proses Devitrifikasi

Pada proses ini bentonit dapat terbentuk dari hasil mekanisme pengendapan debu vulkanik yang kaya

akan gelas mengalami devitrifikasi (perubahan gelas vulkanik menjadi mineral lempung). Setelah di endapkan pada lingkungan danau atau laut.

2.2.4. Proses Sedimentasi

Menurut Millot (1970), monmorilonit dapat terbentuk tidak saja dari tufa melainkan juga dari endapan sedimen dalam suasana basa (alkali) yang sangat silikaan (authigenic neofomation) atau yang biasa disebut endapan kimia.

Mineral-mineral yang terbentuk secara sedimen yang tidak berasosiasi dengan tufa adalah attapulgit, sepeolit dan monmorilonit

2.3. Jenis Bentonit

Didalam dunia perdagangan terdapat dua jenis bentonit, yaitu:

2.3.1. Natrium Bentonit

Bentonit jenis ini disebut juga *bentonit tipe Wyoming*, mengandung ion Na^+ relatif lebih banyak jika dibandingkan dengan ion ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$). Secara kasat mata mempunyai sifat mengembang apabila dicelupkan kedalam air hingga 8x lipat dari volume semula, sehingga dalam suspensinya akan menambah kekentalan, pH suspensi berkisar 8,5 – 9,8 (bersifat basa).

Kandungan Na_2O dalam Natrium bentonit umumnya *lebih besar dari 2%*. Karena sifat-sifat tersebut maka mineral ini sering dipergunakan untuk lumpur pemboran, penyumbat kebocoran bendungan pada Teknik Sipil, bahan pencampur pembuatan cat, bahan baku

farmasi, dan perekat pasir cetak pada industri pengecoran logam.

2.3.2. Kalsium Bentonit

Bentonit jenis ini disebut juga *Mg,Ca-Bentonit*. Jenis ini mengandung kalsium (K_2O) dan magnesium (MgO) lebih banyak dibandingkan natriumnya, mempunyai sifat sedikit menyerap air sehingga apabila didispersikan dalam air akan cepat mengendap (tidak membentuk suspensi), pH nya berkisar 4,0 – 7,0 (bersifat asam). Daya tukar ion (KTK) cukup besar dan bersifat menyerap. Karena sifat-sifat tersebut maka Kalsium Bentonit dipergunakan untuk bahan pemucat warna untuk minyak.

2.4. Bentonit Kabupaten Tasikmalaya

Daerah-daerah yang memiliki endapan Bentonit terdiri dari sembilan kecamatan (**Gambar 1**) meliputi Kecamatan Karangnunggal, Kecamatan Bantar Kalong, Kecamatan Cibalong, Kecamatan Bojongasih, Kecamatan Cikatomas, Kawalu, Taraju dan Sukaraja dan Manonjaya umumnya terdapat pada satuan tufa pada Formasi Bentang dan Formasi Jampang, terbentuk akibat devitrifikasi dan hidrotermal mempunyai sumberdaya sebesar 19.812.600 ton (Parningotan, M.R., 2002)

Bentonit di daerah Taraju terdapat berupa

singkapan-singkapan kecil, berwarna abu-abu kekuningan sampai kehijauan, di selingi oleh batupasir dan breksi, sehingga sulit menentukan sebarannya. Hasil analisa BP sebelum diaktifkan 2 rendah sekali setelah diaktifkan 85, nilai KTK 16.92 meq %. (Yusuf,A.F., dkk., 2004).

Bentonit di daerah Sukaraja luas sebarannya sekitar 80 Ha, dijumpai 2 lokasi, yaitu lokasi Sukapura dan Tarunajaya, ketebalan rata-rata endapan bentonit di kedua wilayah ini 1,5 m, sumberdaya tereka sekitar 1,2 juta m^3 , berwarna abu-abu kekuningan sampai kehijauan. Hasil analisa BP menunjukkan harga BP sebelum diaktifkan 34 dan 18, setelah diaktifkan masing-masing 90 dan 87, bentonit Cibariluk harga BP sebelum diaktifkan 54 sesudah diaktifkan 91, selain harga BP bentonit Cibariluk mempunyai harga KTK paling tinggi di wilayah ini yaitu sebesar 84,43 meq %.(Yusuf,A.F., dkk., 2004).

Sedangkan di daerah Karangnunggal bentonit telah diusahakan oleh PD Kerta Pertambangan sejak tahun 70an, umumnya perlu diaktifkan dahulu sebelum digunakan sebagai penjernih minyak kelapa/sawit.

Tabel 1. Dugaan Konsumsi Minyak Goreng Indonesia (dalam 000 ton)

Tahun	Minyak Sawit	+/- (%)	Kontribusi (%)	Minyak Kelapa	+/- (%)	Kontribusi (%)	Total	+/- (%)
1999	2,494.1	4.4	77.5	725.8	7.5	22.5	3,219.9	5.1
2000	2,806.1	12.5	78.5	769.5	6.0	21.5	3,575.6	11.0
2001	3,137.9	11.8	79.6	806.5	4.8	20.4	3,944.4	10.3
2002	3,508.1	11.8	80.6	846.9	5.0	19.4	4,355.0	10.4
2003	3,964.9	13.0	81.8	879.8	3.9	18.2	4,844.7	11.2
2004	4,527.7	14.2	82.9	933.4	6.1	17.1	5,461.1	12.7
2005	5,062.8	11.8	83.8	980.4	5.0	16.2	6,043.3	10.7
Pertumbuhan rata-rata(%)		10.1			3.3			8.8

Sumber: BIRO/1999

3. PENUTUP

Untuk mengetahui prospek pemanfaatan bahan galian maka pengkajian atau penilaiannya didasarkan pada beberapa aspek antara lain : kualitas, kuantitas, lokasi dan pemasaran, disamping aspek lainnya. Kajian mengenai prospek pengembangan bahan galian tidak terlalu berbeda dengan dasar penilaian terhadap prospek pemanfaatannya. Namun untuk prospek pengembangan lebih diarahkan pada kemungkinan pengusahaan dalam skala yang relatif lebih besar di masa yang akan datang, dikaitkan dengan pusat-pusat pertumbuhan dan peluang ekspor sejalan dengan permintaan pasar dalam dan luar negeri. Untuk mengetahui prospek pemanfaatan dan pengembangan bahan galian bentonit di Kabupaten Tasikmalaya perlu

dilakukan analisa potensi dan kegunaan bahan galian tersebut.

Data potensi endapan bentonit di Kabupaten Tasikmalaya masih terbatas baik dalam hal kualitas maupun kuantitas, data yang ada masih bersifat prospek, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut serta perlu pengkajian yang teliti dari segi ekonomi maupun lingkungan.

Diharapkan dari hasil kajian yang lebih detail dapat dihasilkan suatu kesimpulan yang pasti mengenai prospek bentonit di Kabupaten Tasikmalaya dan dapat memberikan sumbangan bagi industri minyak goreng Indonesia, khususnya di Pulau Jawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M & Adjat S., 1997; Bahan Galian Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung, hal. 124-137
- Budhi Trisna. T, 1986; Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa Barat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Lepond, S. J., 1975; Industrial Mineral and Rocks, 4th ed., Seeley W., Muud Series, McGraw-Hill Company
- Parningotan, M.R., dkk., 2002; Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Non Logam di Kab. Ciamis dan Kab. Tasik, Prov. Jawa Barat, DIM, Bandung
- Supriatna, S., dkk, 1992; Peta Geologi Lembar Karangnunggal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Riyanto, A., 1994; Bahan Galian Industri BENTONIT, Dirjen Pertambangan Umum, PPTM, Bandung.
- Yusuf, A.F., dkk., 2004, Pemetaan Endapan fosfat di daerah Taraju dan Sukaraja, Kabupaten Tasikmalaya
- www.bbj.jfx.com/ 2006 Perkembangan Produksi Minyak Goreng Sawit Di Indonesia

**MODEL FASIES GUNUNGAPI
DALAM KAITANNYA DENGAN UBAHAN HIDROTERMAL DAN MINERALISASI
DI DAERAH SELOGIRI, KABUPATEN WONOGIRI – JAWA TENGAH**

Oleh :

Danny Z. Herman

Penyelidik Bumi Madya

Kelompok Kerja Konservasi, Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Secara morfologi daerah Selogiri, Kabupaten Wonogiri-Jawa Tengah dibentuk oleh bentang alam gunung api, pematang pegunungan, perbukitan bergelombang dan dataran aluvium; dimana bentang alam gunung api terdiri atas depresi sirkular gunung api (*circular volcanic depression*), kerucut gunung api (*volcanic cone*) dan kompleks batuan beku (*igneous complex*).

Identifikasi terhadap sekwen perlapisan batuan piroklastik dan lava di wilayah Selogiri menuntun ke arah dugaan bahwa daerah tersebut adalah bagian dari bentang alam gunung api komposit yang dibentuk oleh kegiatan erupsi gunung api bersifat eksplosif. Diperkirakan bahwa bentuk depresi sirkular gunung api berasal dari kaldera yang berperan sebagai pusat erupsi gunung api.

Analisis model fasies gunung api di daerah Selogiri dilakukan melalui pengujian secara regional terhadap perubahan lateral dan vertikal suatu sekwen endapan gunung api. Mengacu kepada klasifikasi fasies menurut William dan McBirney (1972), teridentifikasi bahwa fasies gunung api terdiri atas *central* atau *vent*, *proksimal* dan *distal*. Fasies pertama berada di lingkungan depresi sirkular gunung api/kaldera dengan diameter sebaran mencapai 8 km, yang dibentuk oleh endapan breksi gunung api primer, tuf, lava dan terobosan batuan-batuan beku. Fasies kedua tersebar dalam radius 6 km dari kaldera, dibentuk terutama oleh endapan gunung api primer/sekunder berupa breksi dan tuf serta lava andesit. Sementara fasies ketiga dibentuk oleh endapan sedimen hasil erosi dan pengendapan kembali, berupa tuf dan batugamping klastik; yang tersebar dalam radius > 5 km hingga 15 km dari vent.

Uban hidrotermal dan pembentukan mineralisasi emas epitermal yang intensif di daerah Selogiri terjadi pada lingkungan depresi sirkular, yang merupakan indikasi dari fasies *central/vent*. Hal ini memungkinkan terjadi karena fasies tersebut termasuk kedalam bagian pusat kegiatan vulkanisma, magmatisma dan tektonisma; dimana kegiatan penerobosan batuan beku, pembentukan pola rekahan dan kegiatan hidrotermal sangat berperan sebagai pengendali terjadinya ubahan batuan dan mineralisasi.

PENDAHULUAN

Pengenalan daerah fasies gunung api merupakan bagian penting dalam eksplorasi mineral, terutama pada daerah-daerah termineralisasi yang berkaitan dengan kegiatan vulkanisma dan magmatisma. Identifikasi dan pemetaan ciri fisika dari jenis batuan, lingkungan pengendapan dan struktur gunung api dapat menuntun ke arah pemahaman tentang hubungan proses vulkanisma, magmatisma dan mineralisasi. Beberapa terminologi dibawah ini dapat digunakan untuk konsep pendekatan :

1. **Vulkanologi fisik**, dapat diartikan sebagai studi tentang mekanisma erupsi, produk dari erupsi gunung api dan bentangalam yang dihasilkan oleh erupsi gunung api. Termasuk aspek-aspek ciri fisika dari produk erupsi dan analisis fasies, stratigrafi dan rekonstruksi lingkungan purba (*paleoenvironment*; Trowell, 1986).
2. **Fasies**, adalah suatu endapan atau satuan erupsi atau kedua-duanya mempunyai hubungan spasial, geometrik dan ciri internal (Self, 1982d).
3. **Siklus kaldera**, adalah sekwen kejadian dari perkembangan kaldera dalam pengertian runtuhnya

Tabel 1. Produk Gunungapi Yang Berasosiasi Dengan Fasies Gunungapi Komposit (Menurut William dan McBirney, 1979)	
<p>Fasies Central atau <i>Vent</i> (0,5 – 2,0 km dari <i>vent</i>) Jenis produk : Retas, sill dan kubah Endapan <i>co-ignimbrite lag</i> Endapan <i>freatomagmatik</i> Breksi talus, megabreksi</p>	} Hasil pengendapan primer
<p>Fasies Proksimal (2,0 – 15 km dari <i>vent</i>) Jenis produk : Endapan jatuhan (tuf) Aliran piroklastik Aliran piroklastik <i>subaqueous</i> Aliran lava dan kubah</p> <p><u>Produk pengendapan kembali/sekunder</u> Batuan gunungapi : lahar, aliran piroklastik dan tuf Sedimen gunungapi : aliran <i>debris</i>, arenit dan <i>wackes</i></p>	} Hasil pengendapan primer
<p>Fasies Distal (> 5,0 – 15 km dari <i>vent</i>) Jenis produk : Endapan jatuhan (tuf) Aliran piroklastik Aliran piroklastik <i>subaqueous</i> Aliran lava</p> <p><u>Produk pengendapan kembali/sekunder</u> Batuan gunungapi : lahar, aliran piroklastik dan tuf Sedimen gunungapi : aliran <i>debris</i>, arenit, <i>wackes</i> dan batulanau</p>	} Hasil pengendapan primer
<p>Fasies Epiklastik Jenis produk : Talus dan sedimen <i>debris</i> aliran (di danau kepundan, kolam dan kipas alluvial), berinterkalasi dengan endapan gunungapi.</p>	

gunungapi (*volcano collapse*). Kaldera adalah suatu depresi gunungapi berbentuk lingkaran, lebih kurang berbentuk agak melingkar atau lingkaran (William, 1941) dihasilkan oleh runtuhnya penutup dapur magma akibat pengosongan katastrofik dari dapur tersebut ketika terjadi erupsi Plinian. Kejadian tersebut akan menghasilkan rekahan-rekahan yang berperan sebagai jalan keluar larutan hidrotermal, dan dipercaya mngendapkan urat-urat epitermal mengandung logam mulia.

Mekanisma Erupsi

Mekanisma erupsi berakibat kepada ciri fisika dari produk-produk gunungapi, bagaimana dan dimana diendapkan; karena itu sejauh mana hal tersebut dapat digunakan sebagai alat eksplorasi. Terdapat 3 (tiga) jenis mekanisma utama erupsi yang dapat dihubungkan dengan ciri fisika produk gunungapi, yaitu :

1. **Erupsi freatik** (uap panas), dihasilkan ketika air meteorik menguap oleh tekanan yang cukup untuk mempuat rekahan batuan; dan disemburkan melalui rekahan batuan tersebut. Tidak ada bahan *juvenile* (magmatik) dikeluarkan dalam letusan ini.
2. **Erupsi freatomagmatik** (*surtseyan*), dihasilkan oleh interaksi air tanah/permukaan dan magma;

yang dapat menyemburkan banyak bahan *lithic* dan *juvenile*.

3. **Erupsi magmatik**, dihasilkan oleh semburan bahan cair di permukaan, baik berupa ledakan atau lelehan yang dibagi lebih jauh menjadi beberapa jenis. Berdasarkan peningkatan intensitas erupsi : *basaltic flood, Hawaiian, Strombolian, Volcanian, Sub-Plinian, Plinian dan Ultra-Plinian*. Erupsi Plinian biasanya disertai oleh terbentuknya kaldera runtunan kaldera (*caldera collapse*).

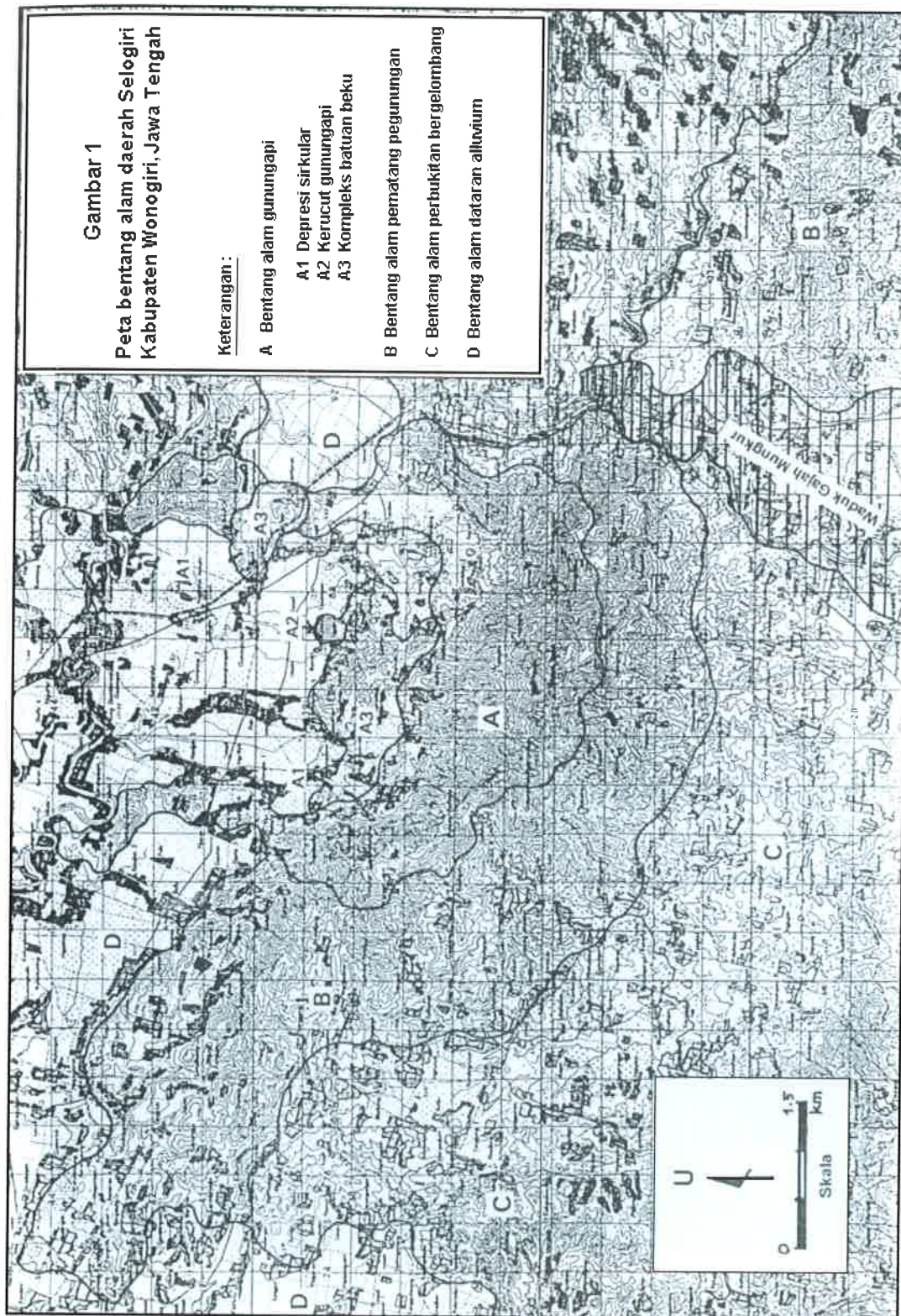
Produk Erupsi

Terdapat 2 (dua) jenis endapan yang dihasilkan oleh mekanisma erupsi, yaitu sebagai berikut :

1. **Endapan lelehan** (ekstrusif), termasuk didalamnya adalah aliran lava dan kubah lava yang dihasilkan selama erupsi magmatik.
2. **Endapan eksplosif/piroklastik**, yang dapat dihasilkan oleh 3 (tiga) jenis erupsi gunungapi; yaitu endapan jatuhan, aliran dan runtunan (*surge*) serta endapan piroklastik lainnya.

Fasies Pada Gunungapi Komposit

Fasies gunungapi komposit terdiri atas 4 (empat) bagian, yaitu : *central* atau *vent*, proksimal, distal dan epiklastik (Tabel 1).



STUDI PARAMETER PEMBENTUK FASIES GUNUNGAPI

Daerah Selogiri merupakan bagian dari suatu bentangalam gunungapi dan termasuk ke dalam Jalur Pegunungan Selatan Jawa; dibentuk oleh satuan-satuan stratigrafi tidak resmi yang terdiri dari breksi gunungapi andesitik, tuf dasitik, andesit porfir, diorit, aglomerat, batugamping dan alluvium. Upaya pengenalan bentangalam dan pengujian ciri-ciri fisik satuan-satuan stratigrafi terkait menjadi penting dilakukan terutama untuk identifikasi fasies gunungapi di daerah Selogiri dan sekitarnya.

Bentangalam gunungapi dan struktur geologi

Secara morfologi daerah Selogiri dibentuk oleh bentangalam (Gambar 1 dan Foto 1) yang terdiri atas:

- A. Gunungapi yang dibagi menjadi depresi sirkular (A1), kerucut gunungapi (A2) dan kompleks batuan beku (A3).
- B. Pematang pegunungan
- C. Perbukitan bergelombang
- D. Dataran aluvium.

Bentangalam pertama memperlihatkan suatu depresi berbentuk menyerupai lingkaran dengan garis

tengah kira-kira 8 km, yang terletak di sebelah timur laut terban dari sistem sesar normal berarah baratlaut-tenggara. Di bagian selatan depresi ini ditempati oleh batuan andesit dan diorit, dimana lebih dari separuh bagian utara daerah ditutupi oleh endapan aluvium. Depresi tersebut dikelilingi oleh jurang yang dibentuk oleh breksi gunungapi andesitik dan beberapa bukit kecil yang merupakan bentukan batuan andesit atau diorit. Sebagian bukit kecil ini memperlihatkan bentuk bentang alam kerucut gunungapi seperti yang dijumpai di G.Tenongan. Distribusi tubuh-tubuh batuan beku diduga menggambarkan hubungan kegiatan magmatik dan pola bukaan struktur dalam suatu kaldera gunungapi.

Pematang pegunungan dibentuk oleh breksi gunungapi dan tuf. Sesar normal berarah baratlaut-tenggara diduga terjadi setelah proses vulkanisma dan telah membentuk sembul di bagian tengah daerah pengamatan, yang dibatasi oleh terban-terban di sebelah timurlaut dan baratdaya. Sementara bentangalam perbukitan bergelombang terletak di bagian terban dari sistem sesar normal, yang dibentuk oleh struktur sinklinorium dan antiklinorium dari satuan batuan tuf dan batugamping. *Ciri-ciri batuan gunungapi dan batuan beku* (Gambar 2)

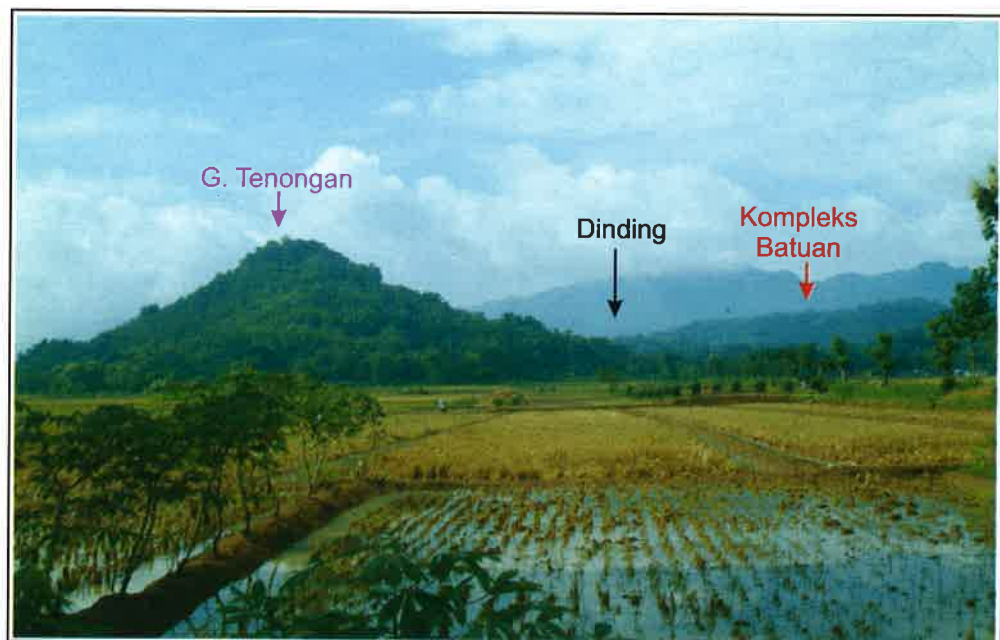
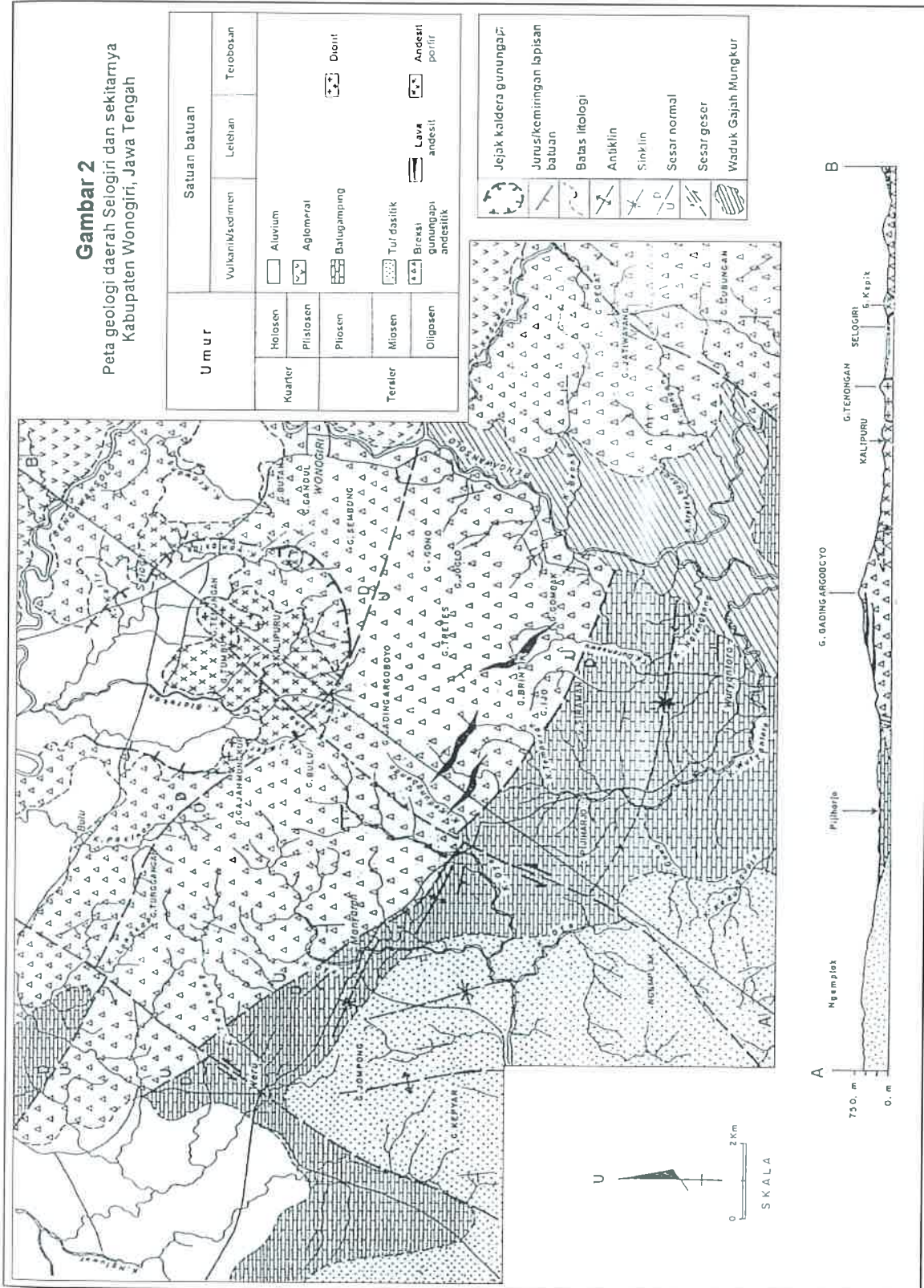


Foto 1

Kenampakan bentangalam kerucut gunungapi (G.Tenongan) dengan latar belakang dinding kaldera, dilihat dari arah Selogiri

Gambar 2

Peta geologi daerah Selogiri dan sekitarnya Kabupaten Wonorejo, Jawa Tengah



Breksi gunungapi

Satuan stratigrafi ini tersebar luas terutama dibagian utara daerah pengamatan dan menempati jalur pegunungan berarah baratlaut-tenggara. Batuan umumnya berwarna kelabu hingga kelabu kehijauan, disusun oleh terutama *clasts* (potongan batuan) dan matriks tuf. *Clast* berukuran kerikil hingga bongkah, bersudut – membundar tanggung, sebagian besar bersusunan andesit dan setempat ditemukan dasit dan tuf terkerrickkan; tertanam dalam masadasar tuf. Ketebalan lapisan breksi dari tebal hingga sangat tebal dan umumnya telah terubuh terkloritkan.

Di bagian bawah satuan ini setempat-setempat disisipi oleh lava andesit terkloritkan, dengan tekstur auto-breksi pada permukaannya. Sementara di bagian atas disisipi setempat-setempat oleh lapisan tipis tuf berbatuapung dengan tekstur *graded* dan laminasi. Breksi gunungapi berubah secara berangsur menjadi tuf dengan ciri struktur aliran debris pada zona sentuhnya. Setempat-setempat lava andesit menyisip di antara lapisan tuf dan telah mengalami ubahan terkloritkan.

Ciri-ciri satuan stratigrafi ini teramati serupa dengan Formasi Mandalika yang diendapkan pada Oligosen – Miosen Awal (Surono dkk., 1992).

Andesit

Singkatan batuan beku berbentuk kubah dengan struktur berlembar di bagian atasnya, hanya ditemukan di lingkungan depresi sirkular. Ciri batuan bertekstur porfiritik dan berwarna kelabu kehijauan – hijau dan porfiritik; disusun oleh fenokris plagioklas dan piroksen (berukuran butir maksimum menengah) yang tertanam dalam masadasar mikrolit plagioklas, piroksen, kuarsa dan mineral oksida. Kristal-kristal piroksen menyerupai jarum mencapai jumlah sebesar 10% dari volume total dan memperlihatkan orientasi teratur mengikuti garis aliran. Diduga batuan ini merupakan terobosan batuan beku yang bersamaan dengan vulkanisma yang menghasilkan endapan piroklastik breksi dan tuf.

Tuf dasitik

Satuan stratigrafi ini tersebar di sebelah baratdaya tebing memanjang berarah baratdaya-timurlaut searah satuan breksi gunungapi, bercirikan perulangan lapisan tuf bertekstur laminasi dan *graded*. Batuan berwarna kelabu terang-kehijauan bersusunan terutama kristal kuarsa dan felspar, yang dapat

dikategorikan ke dalam tuf kristal dasitik. Ketebalan lapisan beragam dari sangat tipis hingga sangat tebal, dengan perubahan secara berangsur ukuran butir lapili hingga halus dari bagian bawah ke arah atas.

Bagian atas satuan stratigrafi ini didominasi perulangan lapisan bertekstur laminasi dan *graded* dengan setempat-setempat mengandung batuapung dan sisipan tipis batulempung/serpih. Satuan ini diendapkan di atas breksi gunungapi dan mempunyai ciri-ciri yang serupa dengan Formasi Semilir berumur Miosen Awal – Tengah (Surono dkk., 1992).

Diorit

Singkatan batuan merupakan terobosan berbentuk kerucut gunungapi yang terletak di bagian pusat depresi sirkular. Ciri-ciri batuan berwarna kelabu, hampir tidak berubah hidrotermal, porfiritik, disusun oleh fenokris plagioklas (ukuran butir kasar-sangat kasar) dan masadasar mikrolit-mikrolit plagioklas, kuarsa dan sedikit mineral mafik. Tubuh diorit diduga berupa *stock* yang menerobos breksi gunungapi dan andesit, dengan ciri-ciri serupa Diorit Pendul yang berumur Pliosen (Mahfi, 1984).

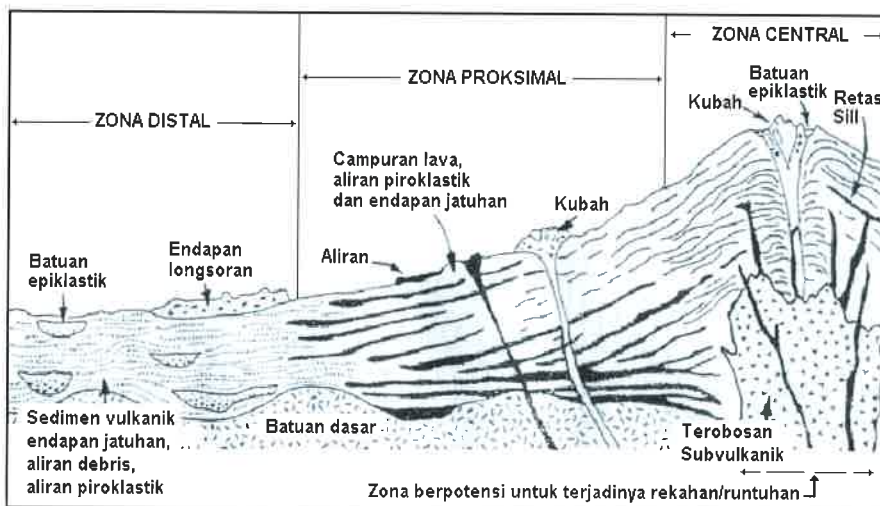
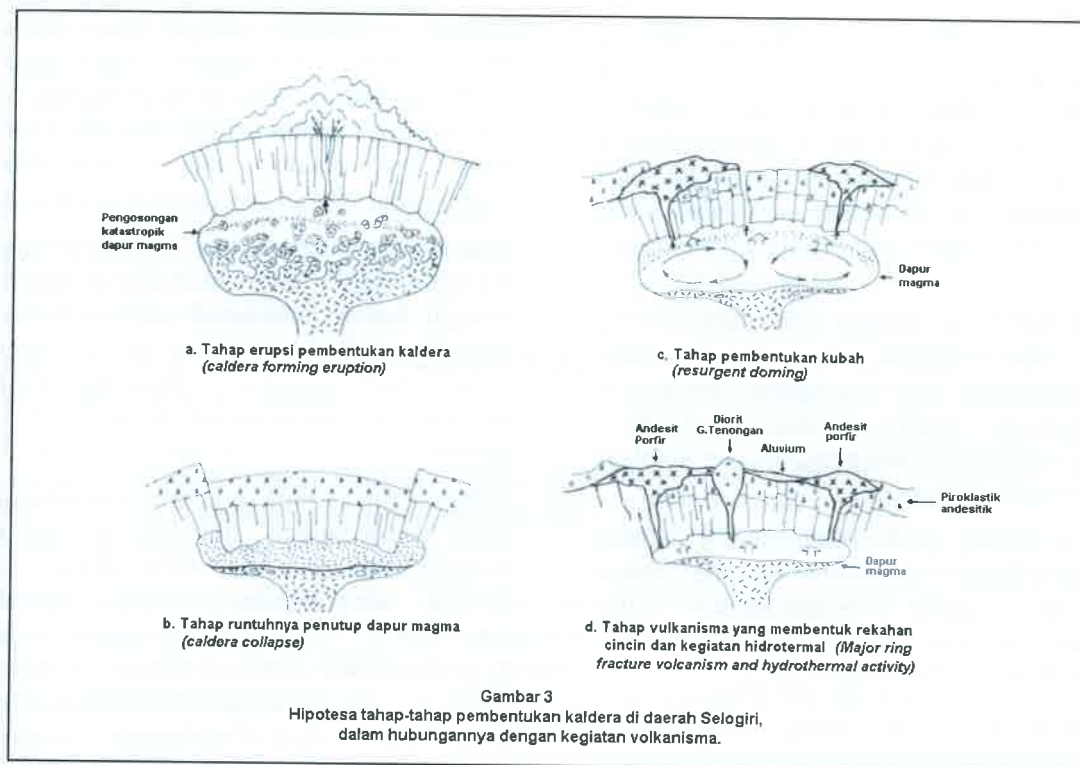
Aglomerat

Satuan stratigrafi ini menempati daerah kecil di sebelah timurlaut Bengawan Solo dan S.Keduwan, disusun oleh *clasts* basaltik dan matriks tuf; dengan sisipan lava basalt di antara lapisan tuf dan di bagian atas didominasi oleh tuf berbatuapung. Diduga aglomerat ini merupakan produk erupsi G.Lawu, yang diendapkan secara tidak selaras di atas breksi gunungapi pada Plistosen Akhir (Bemmelen, 1949).

INTERPRETASI HUBUNGAN MODEL FASIES GUNUNGAPI DAN MINERALISASI

Hasil identifikasi terhadap parameter pembentuk fasies gunungapi menuntun ke arah dugaan sebagai berikut :

- Batuan gunungapi di daerah Selogiri dapat dikategorikan ke dalam sekwen susunan batuan dari gunungapi komposit berdasarkan kenampakan perulangan batuan yang didominasi piroklastik dan lava.
- Depresi sirkular merupakan jejak suatu kaldera gunungapi yang dihasilkan oleh erupsi magmatik (Plinian). Semburan magma ke permukaan berupa ledakan dan lelehan, sehingga menghasilkan endapan jatuhnya seperti breksi gunungapi dan tuf



Model fasies vulkanik menurut William dan McBirney (1972)



Gambar 4

Fasies vulkanik di daerah Selogiri, Kabupaten Wonorejo, Jawa Tengah dibandingkan dengan Model Fasies Vulkanik dari William dan McBirney (1972).

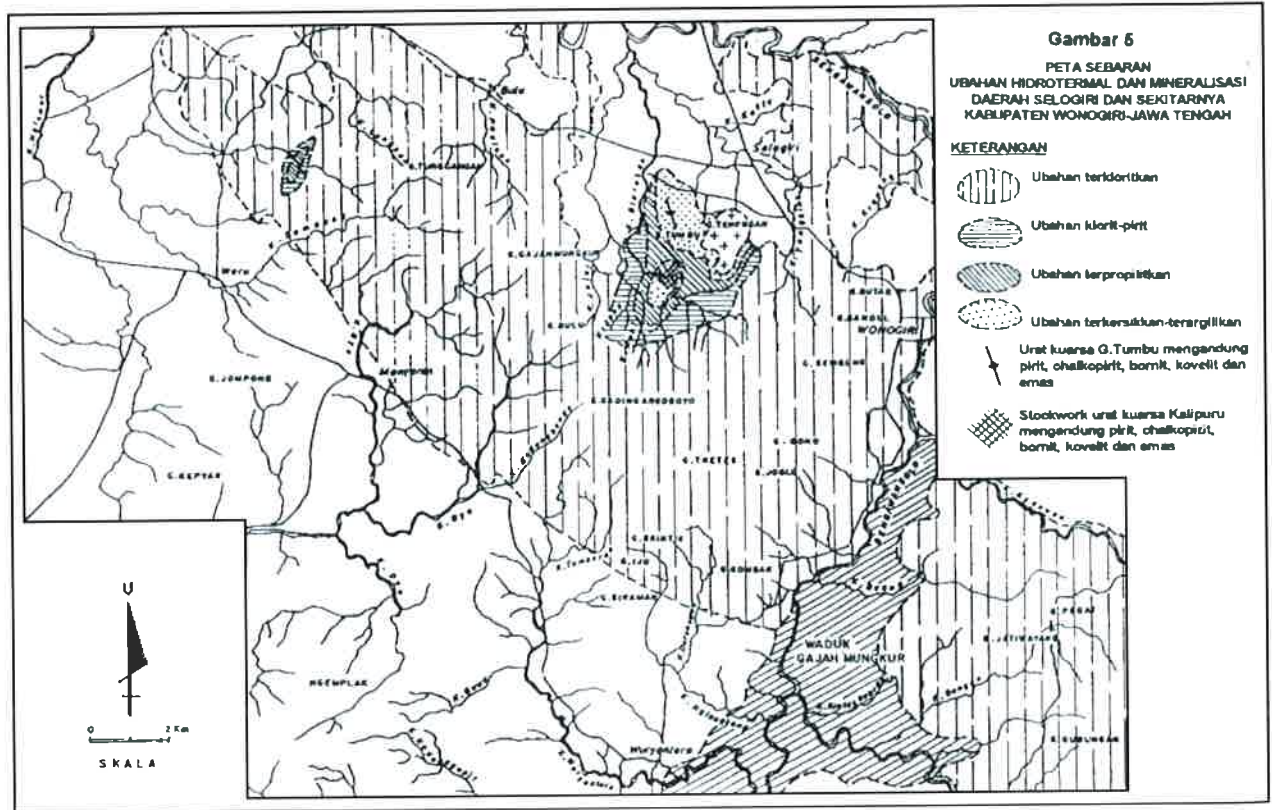
sirkular tersebut.

- Sebaran secara sirkular dari batuan andesit merupakan indikasi bahwa kegiatan penerobosan batuan beku tersebut mengikuti pola rekahan berbentuk cincin (*ring fractures*), sebagai bagian dari tahap pembentukan kubah (*resurgent doming*) dan vulkanisma pembentukan rekahan besar berbentuk cincin (*major ring-fracture volcanism*) (Gambar 3).
- Tuf dasitik bertekstur *graded* dan laminasi serta bersisipan lapisan-lapisan tipis batulempung/serpih menandakan bahwa endapan piroklastik tersebut merupakan produk gunungapi yang telah mengalami transportasi dan pengendapan kembali jauh dari sumber asalnya.

Sayatan melintang geologi (Gambar 4) dibuat sebagai data penunjang untuk interpretasi model fasies gunungapi di daerah pengamatan, yang dibandingkan dengan acuan model fasies berdasarkan William dan McBirney (1972).

Dari kesebandingan tersebut maka model fasies gunungapi di daerah Selogiri dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

1. Daerah depresi sirkular gunungapi atau jejak kaldera diperkirakan sebagai **fasies central** atau **vent**, ditandai oleh sebaran breksi gunungapi, terobosan andesit (kubah) yang mengisi rekahan tepi kaldera (sirkular/cincin) dan diorit (*stock*) di bagian pusat kaldera serta aluvium. Fasies ini mempunyai sebaran berdiameter kira-kira 8,0 km.
2. Daerah yang dibentuk oleh breksi gunungapi dan tuf (piroklastik) serta lava andesit diperkirakan sebagai **fasies proksimal**, dimana ketiga jenis batuan tersebut merupakan hasil pengendapan primer pada kegiatan vulkanisma. Fasies ini mempunyai sebaran sejauh 2,0 km – 15 km dari kaldera.
3. Endapan tuf bercirikan kontinuitas sebaran yang besar secara lateral, diperkirakan sebagai hasil transport sekunder dan pengendapan kembali. Sisipan lempung/serpih dalam lapisan tuf menandakan bahwa pengendapan terjadi di lingkungan laut yang disebabkan transportasi oleh media air dan dipindahkan kembali dengan jarak yang jauh dari sumbernya (*subaqueous transportation*). Lingkungan ini dapat dikategorikan sebagai **fasies distal** berdasarkan



(Danny Z. Herman dkk., 1996)

jarak sebaran sejauh 5 – 15 km dari daerah kaldera. Sementara kehadiran batugamping memperkuat dugaan tentang lingkungan pengendapan laut atau cekungan laut, dan diendapkan di bagian terban dari sistem sesar normal.

Hubungan antara fasies gunungapi dengan gejala ubahan hidrotermal dan mineralisasi yang intensif (Gambar 5) terjadi pada daerah depresi sirkular karena adanya faktor-faktor pengendali berupa :

- Terobosan diorit diduga sebagai sumber fluida hidrotermal dan larutan pembawa mineralisasi
- Pola rekahan yang berperan sebagai saluran jalan keluarnya fluida hidrotermal dan larutan pembawa mineralisasi untuk terjadinya mineralisasi di daerah depresi sirkular tersebut.

Karakteristik mineralisasi emas epitermal di daerah ini terutama berupa *stockwork* urat kuarsa dan juga tersebar (*dissemination*) dalam batuan andesit terubah terkarsikkan-terargilikkan. Urat kuarsa mengandung emas, chalkopirit, bornit, kovelit dan pirit. Zona ubahan tersebut berubah ke arah luar berturut-turut menjadi propilitik, klorit-pirit dan terkloritkan.

KESIMPULAN

Studi tentang fasies gunungapi dapat dilakukan sebagai bagian dari kegiatan eksplorasi mineral dan dapat digunakan untuk membantu pemahaman

keterjadian mineralisasi yang berkaitan dengan vulkanisma dan magmatisma.

Bertolak dari letak wilayah Indonesia yang sebagian besar berada dalam sabuk gunungapi/magmatik, maka pengetahuan tentang model fasies gunungapi dapat diterapkan untuk menandai daerah-daerah berpotensi termineralisasi dalam lingkungan gunungapi/magmatik atau dapat disebut konsep pusat gunungapi (*Concept of Volcano Centre*).

Daerah depresi sirkular di Selogiri diduga sebagai jejak kaldera yang diinterpretasikan sebagai wilayah **fasies central/vent** dalam suatu bentangalam gunungapi komposit. Lingkungan dimana kondisi geologi, pola rekahan intensif dan kegiatan penerobosan batuan-batuan beku menjadi pengendali terjadinya ubahan hidrotermal dan mineralisasi karena terletak pada pusat kegiatan vulkanisma, magmatisma dan tektonisma.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kepala Kelompok Kerja Konservasi, Pusat sumber Daya Geologi yang telah mengizinkan penggunaan fasilitas perangkat komputer untuk kelancaran penulisan makalah ini. Penghargaan yang tinggi kepada Sutrisno, M.Sc dan Ir. Bambang Pardiarto yang telah menyediakan waktu untuk berdiskusi dan memberi saran perbaikan ilustrasi/gambar dan isi makalah.

PUSTAKA TERPAKAI

- Bemmelen, R.W.Van.; 1949. The Geology of Indonesia, V.IA, Martinus Nijhoff, The Hague, 742 pages.
- Herman, Danny Z.; Gunradi, R. dan Sudarya, S.; 1996. Hasil Eksplorasi Mineral Logam di Selogiri, Wonogiri, Propinsi Jawa Tengah; dalam Paper Spesial Kolokium : Hasil Eksplorasi Cebakan Bijih Logam, Geokimia dan Geofisika; No.11, ISSN : 0216-1811, Bandung, March 13-1996; Proyek Eksplorasi Mineral Logam, Industri dan Batubara; Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi RI.
- Mahfi, A.; 1984. A Paleomagnetic of Miocene and Eocene Rocks from Central Java, Indonesia. Unpublished Thesis, Master of Arts : University of California; dalam Geologi Lembar Surakarta-Girintontro, Java. Republik Indonesia, Dept.Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, PPPG.
- Self, S; 1982d. Nature of Subaerial Pyroclastic Deposits Based on A Facies Concept, in Volcanology and Mineral Deposits, Edited by Wood et al, Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 129, Ministry of Northern Development and Mines, p.5.

- Surono; Tuha, B. dan Wirjosujono, S.; 1992. Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Java; Skala 1:100.000, Republik Indonesia, Dept.Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, PPPG.
- Trowell, N.F.; 1986, Stratigraphic Correlation Techniques, in in Volcanology and Mineral Deposits, Edited by Wood et al, Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 129, Ministry of Northern Development and Mines, p.41-47.
- William, H.; 1941. Calderas and Their Origin, in Volcanology and Mineral Deposits, Edited by Wood et al, Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 129, Ministry of Northern Development and Mines, p.117.
- , and McBirney, A.R.; 1979. Volcanology, in Volcanology and Mineral Deposits, Edited by Wood et al, Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 129, Ministry of Northern Development and Mines, p.28.
- Wood, J. and Wallace, H.; 1986. Volcanology and Mineral Deposits, Edited by Wood et al, Ontario Geological Survey, Miscellaneous Paper 129, Ministry of Northern Development and Mines, 183 pages.

INDONESIA CBM DEVELOPMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

By

S.S. Rita Susilawati & Hadiyanto

Center for Geological Resources

1. INTRODUCTION

The increasing price of oil in the world market and the depleted national oil reserves while on the other hand there is a high dependency on oil as national main source of energy, promote the development of new energy alternative in Indonesia. Apart from oil, Indonesia is also known to have contained enormous resources of conventional gas, coal, hydropower and geothermal. Furthermore due to its significant coal resources, coalbed methane becomes one of the new promising alternative energy in Indonesia.

2. METHANE IN COAL

Methane in coal is an inherent by-product gas of the natural process of coalification during coal formation. It is desorbed and produced from deep coal seams and generated either from a biological process as a result of microbial activity or from a thermal process as a result of increasing heat with depth of the coal. Generally, the higher the coal rank the more methane produced in the coal.

The presence of this gas is very well known particularly in an underground coal mine, for it could create a serious safety risk. Only recently has coal been recognized as a reservoir rock as well as a source rock, thus representing an enormous undeveloped new energy resource.

There are several differences between CBM and conventional gas (Table 1). CBM is stored within the coal by a process called adsorption. Methane is held in the internal surfaces of organic matter - in the pores or matrix of the coal or in the coal cleats. The large internal surface area of the coal allows coal to store 6 to 7 times more gas than the equivalent rock volume of a conventional gas reservoir.

Based on its occurrence, methane in coal can be divided into two categories; Coal Mine methane (CMM) and Coal Bed Methane (CBM). The first one is a terminology applied to methane gas that is *released from the remaining coal accumulates in the voids of underground coal mine*, diluted with air to the extent of methane concentrations of between 25% and 70% and can be commercially recovered. The second one is a terminology applied to the methane still *trapped in unworked coal seams* which possible representing a promising new energy resource.

**Table 1. Differences between CBM and
Conventional Gas**

Differences	CBM	Conventional gas
Source and Reservoir	Coal as source and reservoir	Source and reservoir are independence
Gas characteristic	Adsorbed within the coal	Migrate up to reservoir
Occurrences at depth	Shallow 400-1500 feet	Deep 4000-12.000 feet
Storage	Initially large volume water	Large volume gas

The extraction of methane from the coal seam can be done by drilling the coal seam (200 - 1500 meters) or pumping the water from the coalbed. Water usually fills fractures or cleats in the coalbeds. In order for gas to be released from the coal, its partial pressure must

be reduced, and this is accomplished by removing water from the coalbed. Water moving from the coal seam to the well bore can decrease pressure within the coal seam. As CBM has very low solubility in water and readily separate as pressure decrease, drilling and water pumping process encourages gas migration toward the well. Methane gas then is sent to a compressor station and into natural gas pipelines. On the other hand, the produced water can be reinserted into isolated formations, released into streams, or used for irrigation (Figure 1).

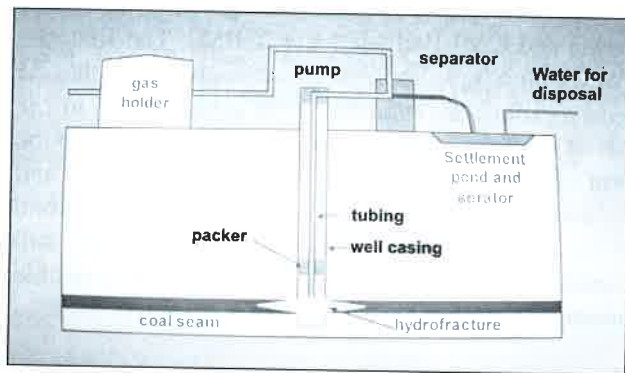


Figure 1. The Coal Bed Methane Concept (After British Geological Survey, 2005)

3. CBM AS NEW ENERGY ALTERNATIVE IN INDONESIA

Whereas in some other countries CBM has been developed and commercialized (Table 2), CBM development in Indonesia is still in early stage of development. There are several backgrounds that promote CBM as a new promising energy alternative in Indonesia:

The increasing of oil price in the world market.

This condition significantly hits Indonesia's economic which since the world economy crisis in 1997 has not been fully recovered. The worst condition occurred due to firstly, dependency on the oil as Indonesia main source of energy, and secondly depletion of national oil reserve and fast growing in national energy demand. Recently, as Indonesia becomes a net oil importer, government policy in subsidizing the oil price for domestic uses significantly influencing country financial condition. The government has to provide a big capital to cover the differences between the price of oil in the world market and in domestic market. Energy crisis occurred in Indonesia when the government could not afford to buy the oil, as its price increases unpredictable. A strong commitment has been declared to reduce the dependency on the oil as national main source of energy, as soon as possible.

Indonesia huge amount of coal resources.

Coexisting with coal deposit is CBM. Development of CBM will benefit the national energy supply and energy conservation program. It is widely known that using coal as source of energy such as in power generation is generally considered to produce emissions of green house gasses. Coalbed methane, on the other hand, is believed being a kind of energy source that environmentally more acceptable than coal combustion. The emission of CO₂ from CBM is far below CO₂ emission from coal burning.

Tabel 2. Methane recovery and use in selected countries

Country	Methane Recovery	Methane Use
China	561 X 106 M3	Heating, Cooking, Glass And Plastics Industries, Feedstock Of Carbon Black, Power Generation
Russia, Ukraine, Kazakstan	1000 X 106 M3	Heating Mine Facilities, Metallurgical Industry, Motor Vehicle Fuel, Power Generation
The United States	1195 X 106 M3	Town Gas-Pipeline, Power Generation, On-Site Mine Use
Germany	520 X 106 M3	Heating, Power Generation
United Kingdom	200 X 106 M3	Generate Steam For Mine Facilities, Town Gas, Power Generation
Australia	122 X 106 M3	Power Generation

4. HISTORY OF CBM DEVELOPMENT IN INDONESIA

CBM survey in Indonesia actually has been conducted almost the same time as those of coal mining. However, in the past this survey was done only for mining safety reason. The first survey of CBM as energy sources is begun in 1998, conducted by Caltex and Pertamina. This first CBM survey is important because it opens a new look of CBM prospect in Indonesia. After 1998, several CBM studies have carried out coordinated by Ministry of Mines and Energy.

The most recent and more comprehensive CBM survey in Indonesia did by The Directorate of Oil and Gas collaborated with Advances Resources International (ARI) and funded by ASEAN Development Bank, in 2002 (reported 2003). Based on this survey, it is estimated that Indonesia has CBM potency about 450 Trillions Cubic Feet (Tcf). The survey has also looked more closely at several aspects of CBM such as exploration and exploitation in Indonesia, basins evaluation as well as CBM reservoir properties evaluation.

5. INDONESIA CBM POTENTIAL

Current CBM survey in Indonesia has indicated about 450Tcf potentially CBM resources in some onshore coal basins screened at the depth ranging from 500 to 4500 m. In general two primary ages of coal deposits present in Indonesia that is prospective for CBM development (Table 3).

Miocene coal deposits considered as the most prospective. Although relatively low in rank (Ro 0.3-0.5%), they are extremely thick (over 30 m of net coal). These coal are relatively shallow, high in moisture and extremely low in ash content. Eocene coal deposits although high in rank, are less attractive because they are normally thinner and deeper coals. However, some of those coals may be locally prospective as well.

In general, coal in Indonesia is considered low rank and relatively shallow to contain prospective CBM. However, the success in developing low rank CBM in Powder River Basin USA and the improvement of understanding that the shallow coal seams mined at

the surface in Indonesia are dip basin ward and become gas charged at target depths over broad areas, also strong and nearly ubiquitous gas kick recorded in some oil wells that penetrated the coal seam, have indicated the potential of CBM resources in low rank coal of Indonesia (Hadiyanto & Stevens, 2005).

Table 3.

Characteristics of Indonesia two primary ages' coal deposits that is prospective for CBM development

Miosen coal formation	Eosen coal formation
Typically thick (over 30 m of net coal)	Thin to moderately thick (1-10m net) coal deposits,
Low rank (Ro 0.3-0.5%)	Low to moderate rank >0.5%
Relatively shallow (outcrop to 1000m),	Typically buried much deeper (1000-2000m)
High in moisture, extremely low in ash content	Less attractive as CBM target due to their thinner
Presenting attractive CBM completion targets	and deeper coals, but may be locally prospective

Based on geology, inferred reservoir quality, proximity to gas markets, drilling infrastructure and other factors, ARI survey has been ranked Indonesia's coal basins into the top most high graded CBM basin in Indonesia (Table 4). Table 4 shows that The South Sumatra basin is the most prospective area for CBM development, followed by The Barito and Kutei Basins. CBM resources in South Sumatra basin are estimated at 183 Tcf, with resource concentrations of up to 0.7 billion m³/km². The Barito basin has an estimated 102 Tcf resource, while CBM in the Kutei is estimated at 80 Tcf resources. About 53 Tcf resource is estimated to be present in the Central Sumatra basin but coal seams are mainly thinner and occur at greater depth.

Indonesia Coal reservoir properties are still poorly characterized. A CBM survey by Department of Mineral Resources Indonesia in 1999, has determined methane adsorption isotherms in some selected low rank coal samples from Sumatra and Kalimantan. Samples were taken mainly from shallow outcrops or coal mines. Results indicate that sorptive capacity varies widely with rank (15m³/t in high volatile C coal and 4.7 - 8.1 m³/t in sub bituminous coal). Good correlation existed between vitrinite reflectance of the coal samples and adsorption capacity. Result of the study suggested that increase in vitrinite reflectance or coal rank corresponded to increase in gas adsorption

4. HISTORY OF CBM DEVELOPMENT IN INDONESIA

CBM survey in Indonesia actually has been conducted almost the same time as those of coal mining. However, in the past this survey was done only for mining safety reason. The first survey of CBM as energy sources is begun in 1998, conducted by Caltex and Pertamina. This first CBM survey is important because it opens a new look of CBM prospect in Indonesia. After 1998, several CBM studies have carried out coordinated by Ministry of Mines and Energy.

The most recent and more comprehensive CBM survey in Indonesia did by The Directorate of Oil and Gas collaborated with Advances Resources International (ARI) and funded by ASEAN Development Bank, in 2002 (reported 2003). Based on this survey, it is estimated that Indonesia has CBM potency about 450 Trillions Cubic Feet (Tcf). The survey has also looked more closely at several aspects of CBM such as exploration and exploitation in Indonesia, basins evaluation as well as CBM reservoir properties evaluation.

5. INDONESIA CBM POTENTIAL

Current CBM survey in Indonesia has indicated about 450Tcf potentially CBM resources in some onshore coal basins screened at the depth ranging from 500 to 4500 m. In general two primary ages of coal deposits present in Indonesia that is prospective for CBM development (Table 3).

Miocene coal deposits considered as the most prospective. Although relatively low in rank (Ro 0.3-0.5%), they are extremely thick (over 30 m of net coal). These coal are relatively shallow, high in moisture and extremely low in ash content. Eocene coal deposits although high in rank, are less attractive because they are normally thinner and deeper coals. However, some of those coals may be locally prospective as well.

In general, coal in Indonesia is considered low rank and relatively shallow to contain prospective CBM. However, the success in developing low rank CBM in Powder River Basin USA and the improvement of understanding that the shallow coal seams mined at

the surface in Indonesia are dip basin ward and become gas charged at target depths over broad areas, also strong and nearly ubiquitous gas kick recorded in some oil wells that penetrated the coal seam, have indicated the potential of CBM resources in low rank coal of Indonesia (Hadiyanto & Stevens, 2005).

Table 3.

Characteristics of Indonesia two primary ages' coal deposits that is prospective for CBM development

Miosen coal formation	Eosen coal formation
Typically thick (over 30 m of net coal)	Thin to moderately thick (1-10m net) coal deposits,
Low rank (Ro 0.3-0.5%)	Low to moderate rank >0.5%
Relatively shallow (outcrop to 1000m),	Typically buried much deeper (1000-2000m)
High in moisture, extremely low in ash content	Less attractive as CBM target due to their thinner
Presenting attractive CBM completion targets	and deeper coals, but may be locally prospective

Based on geology, inferred reservoir quality, proximity to gas markets, drilling infrastructure and other factors, ARI survey has been ranked Indonesia's coal basins into the top most high graded CBM basin in Indonesia (Table 4). Table 4 shows that The South Sumatra basin is the most prospective area for CBM development, followed by The Barito and Kutei Basins. CBM resources in South Sumatra basin are estimated at 183 Tcf, with resource concentrations of up to 0.7 billion m³/km². The Barito basin has an estimated 102 Tcf resource, while CBM in the Kutei is estimated at 80 Tcf resources. About 53 Tcf resource is estimated to be present in the Central Sumatra basin but coal seams are mainly thinner and occur at greater depth.

Indonesia Coal reservoir properties are still poorly characterized. A CBM survey by Department of Mineral Resources Indonesia in 1999, has determined methane adsorption isotherms in some selected low rank coal samples from Sumatra and Kalimantan. Samples were taken mainly from shallow outcrops or coal mines. Results indicate that sorptive capacity varies widely with rank (15m³/t in high volatile C coal and 4.7 - 8.1 m³/t in sub bituminous coal). Good correlation existed between vitrinite reflectance of the coal samples and adsorption capacity. Result of the study suggested that increase in vitrinite reflectance or coal rank corresponded to increase in gas adsorption

capacity (Hadiyanto and Saghafi, 2000). A higher sorptive capacity is expected in coals at CBM target depth which is higher in rank and lower in moisture (Hadiyanto and Steven, 2005).

Only limited number of gas content desorption measurement has taken place. CBM pilot project by Lemigas in 2006, has drilled two CBM wells in Rambutan Areas South Sumatra Basin, with target depth of 610m and 950m respectively. The gas content values for the CBM-1 well varied from 0.5-3.6 m³/ton, with the Seam-3 contains the highest gas content. Samples from the second well are being analyzed so there is no data yet (Legowo, 2006). During drilling of CBM-2 well, gas kick has been shown from the top of Seam-3, suggesting that the seam rich of free gas (Legowo, 2006).

experiencing only local compression or transpressional forces that suggest possible low horizontal stress and favorable permeability (Hadiyanto and Steven, 2005).

6. EFFORTS TO DEVELOP INDONESIA CBM

CBM producibility is controlled by gas content, depositional setting, tectonic setting, hydrodynamics and permeability (Scott, 1997), which are specific to each coal basin. Although recent survey has identified and characterized some coal basins to be highly prospective, this survey is only a preliminary study. It means that detailed geologic evaluation for each basin is still needed, in order to find sweet spots for CBM development in those basins.



Figure 2. Indonesia CBM Basins (ARI, 2003)

Up to know there is no data on in situ coal seam permeability. Cleat development at shallow outcrops and coal mine locations generally is poor but coal typically is high in vitrinite content which could promote cleat development in the deeper mature coals. Most coal basins are tectonically extensional,

ARI (2003) has proposed to test the most promising site as one of the efforts to establish Indonesia CBM industry. Currently, Indonesia has a national CBM pilot project in *South Sumatra Basin*, under Lemigas management, a government institution that responsible for oil and gas development. This project includes

finalization of rules and regulation for CBM businesses, pilot project on CBM exploitation, prospect rating of CBM resources in Indonesia and preparation of both the utilization technology for CBM and underground coal gasification of post CBM production. The projects also try to develop a centre of excellence for CBM exploration and production in Indonesia. The project is scheduled to be finished by the end of year 2007.

Table 4.
The most prospective CBM Basin in Indonesia
Based on ARI survey (2000)

Overall rank (4.0=top)	Basin	Prospective Areas (Km ²)	CBM resources (Tcf)
3.7	South Sumatra	7,35	183
3.1	Barito	6,33	102
3.1	Kutai	6,1	80
3.0	Central Sumatra	5,15	53
	All Basins	30,248	453

At present, Center for Geological Resources, the institutions under Geological Agency which has the mission in enhancing the finding of new potential mineral, oil and gas (including CBM), coal, peat, oil shale and geothermal resources areas in Indonesia, also carries out some CBM surveys and investigations. The main focus of CGR works is to characterize the most prospects of Indonesia CBM basin through detail basin evaluation and gas content measurement. CGR also has a concern in educating its expert on CBM. This year, the institution will send two geologists to undertake a short course in the USA, a CBM leading country which has experienced in managing lower rank coal CBM.

Establishing a legal regulatory framework for CBM businesses is also another crucial point in developing CBM business in Indonesia. CBM needs special

regulation because of its mining characteristic is different from conventional gas. In the first stage of CBM exploitation, high cost investment might be required, as the precondition to apply special treatment to CBM reservoir, in order to stimulate gas flow towards the well. The peak production of CBM commonly achieved after 5 to 7 years operation compared to 1 year for conventional gas. Thus, in order to commercialize CBM potency, the government should offer attractive incentives for the CBM operators. Yet, the contract model for CBM industry in Indonesia is still being discussed and formulated which is planned to be finalized in 2007.

7. CHALLENGES FACING BY CBM DEVELOPMENT IN INDONESIA

In general, challenges facing by CBM development in Indonesia can be divided into technical and operational challenges. Lack of Information and knowledge about CBM, lack of capital, non experienced human resources, limited expert and CBM regulation is still being formulated, are considered to become some technical challenges. On the other hand, some operational challenges that should be anticipated are including high water production, lower coal seam permeability (poor cleat development) as well as swampy and remote in many CBM prospective areas which need infrastructure development and high cost CBM test (Hadiyanto and Steven, 2005).

In order to anticipate those challenges, it is important to find a partner from experienced and active company in CBM exploration-exploitation to share their knowledge to the prospective CBM areas, as well as promoting CBM exploration and exploitation in Indonesia through favorable legislations, policies and investment climates. On the other hand, some strategies might be applied to anticipate operational problems

Hadiyanto and Steven (2005), have suggested applying conventional vertical wells to anticipate poor surface access. Learning from Indonesia petroleum service sector which already has experienced in mature oil fields and enhancing oil recovery which in many ways resemble CBM operations, can also be useful. For instance thousands of closely spaced wells developed on swamp lands in Duri fields. There is an extremely high water production in these fields, but yet

technically and environmentally manageable (Hadiyanto and Steven, 2005).

A hydraulic stimulation with 1 to 3 fracs per well may be applied to anticipate low permeability coal while a horizontal drilling could be done to mitigate construction cost and environmental impacts (Hadiyanto and Steven, 2005). In order to reduce development risk, Indonesia can conduct a property test of coal seam targets in conventional oil and gas wells or implementing low cost program in expendable core holes, using in country mining rigs that could drill test CBM coreholes quickly and cheaply (Hadiyanto and Steven, 2005).

8. OPPORTUNITIES TO DEVELOP INDONESIA CBM

Some opportunities that lead to development of Indonesia's CBM:

Global demand of electricity especially in the ASEAN region.

The depletion of oil as a main source of energy, while on the other hand there is an increasing demand on

energy, promote the used of other energy alternative including CBM. Two advantages using CBM as energy sources for electricity are, firstly the heat efficiency is higher than using coal and secondly the environmentally hazard potency could be reduced. For instance, A300 Mega Watt (MW) combined-cycle (gas/steam) plant has a thermal efficiency of approximately 46 percent better than the 600 MW coal-fired plants. The cost of a combined-cycle plant is approximately 33 percent less than that for an equivalent coal-fired plant.

National awareness on energy conservation program.

The energy crisis occurs in Indonesia recently, increases national awareness on energy efficiency and conservation program. Indonesian Government has issued a national energy policy as a blue print for energy mix by year 2025 to secure energy supply for domestic needs. One of the government policies is aimed to reduce oil consumption significantly down to 20% and encouraging the use of natural gas and coal more than 30% and 33% respectively, as well as encouraging the use of alternative energy sources for

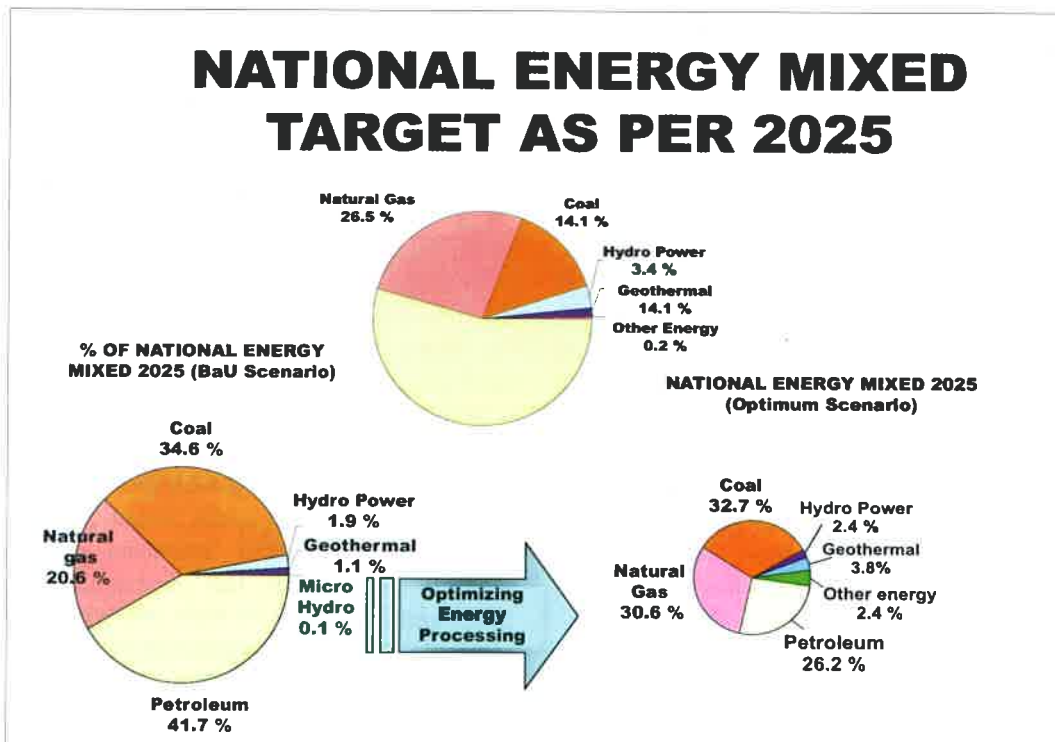


Figure 3. Indonesia energy mixed policy

domestic needs as much as 17%. It means that the government will support all research and effort in developing new energy alternative in Indonesia, which will also give a benefit to investment climate condition in the development of CBM.

Environmental Concern

Recent concern on environment issues such as CO₂ emissions is considered to become a support in the development of CBM. Using CBM as an energy source in power generation has been known in producing less CO₂ emissions. For example, CO₂ emissions per unit of electricity generated from Brown Coal is 1,180 tones per GWh (Gega Watt Hour) compared to 25 tones per GWh for CBM and 600 tones per GWh for Black Coal. CBM is also free of sulphur and thus it does not generate sulphur oxides which are known as the source of both pollution and "acid rains" when it is burnt. Other advantages of CBM development is possible CO₂ sequestration. Coal seam can be used for CO₂ sequestration which will reduce CO₂ emissions. Naturally CO₂ molecules are more easily to be bound by coal organic component than of methane gas molecules. Thus if one CO₂ molecule fills coal component, there will be one methane gas released in

order to maintain its chemical stability. This phenomenon will increase CBM production from one reservoir which is called enhanced CBM recovery and also will reduce CO₂ emissions. Another advantage from CO₂ sequestration comes from Clean Development Mechanism (CDM) project. The CDM project states that all developed countries which sign the Kyoto Protocol must reduce their CO₂ emissions. In accordance with that responsibility, the developed countries must give some incentives to any developing countries that able to reduce their CO₂ emission. It means that with conducting CO₂ sequestration in coal seam could increase CBM producibility, as well as receiving incentives from CDM project.

Proximity to potential gas market.

As a result of the oil crisis of the 70's and 80's ASEAN countries have pursued programs to reduce oil consumption and increase natural gas use (Balce, 2003). In 1997, the ASEAN vision 2020 included the Trans ASEAN gas Pipeline (TAGP) among its major infrastructure projects to secure the availability of natural gas in the demand centers of the region (Balce, 2003). The development of CBM industry in Indonesia is benefited by proposed TAGP and ASEAN Power Grid. Indonesia CBM can supply the natural gas

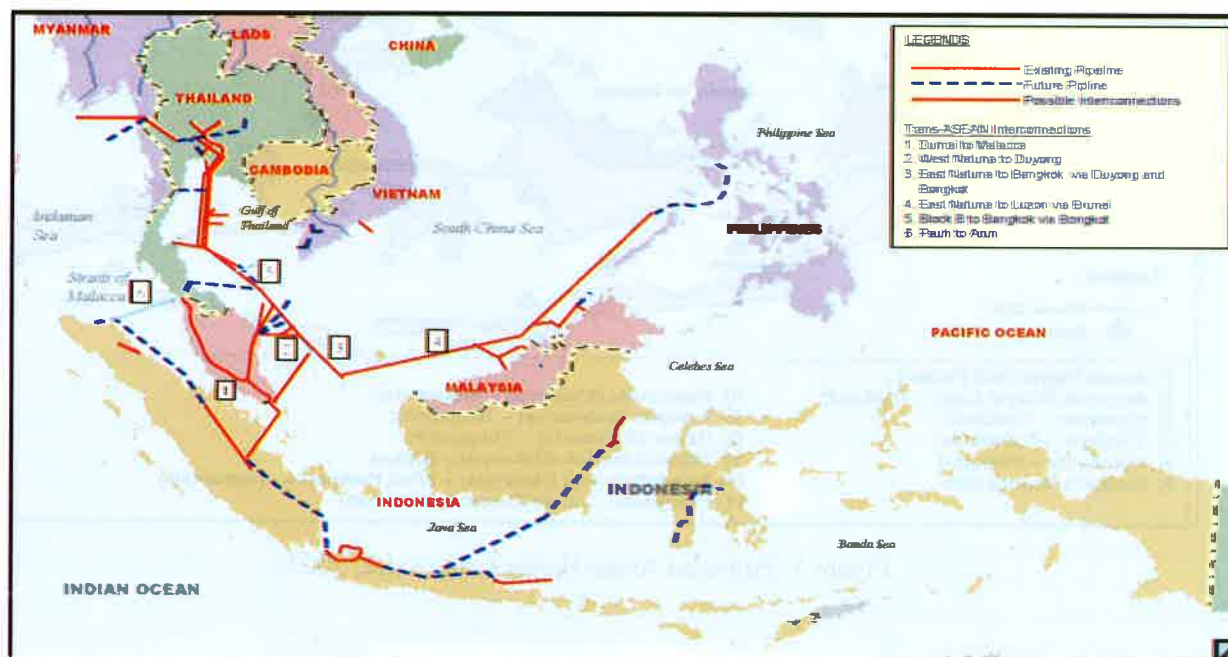


Figure 4. Proposed Trans Asean Gas Pipeline (Balce, 2003)

reserves through Trans – ASEAN gas pipeline networks (Figure 4) and feed the increasing demand of electricity in this area through ASEAN power grid (Figure 5).

The development of underground coal mining.

The safety of underground coal mining is greatly improved by in-seam or surface gas drainage operation. On the other hand, faster mining rates are possible in degassing coals which will lower the production costs. Degassing coal also enables the deeper mining to be reached which will increase reserve size. It means there will be a mutual relationship between coal mining operator and CBM operator.

9. CLOSING REMARK

CBM is a potential energy resource in Indonesia. Some conditions favor the development of CBM in Indonesia. Promotion of CBM exploration and

exploitation are needed through favorable legislations, policies and investment climates. Capacity building through transfer of knowledge on CBM-producing countries to Indonesia will foster the development of CBM in this region and open a new business opportunities. Detail CBM surveys or investigations are still needed in order to characterize well the geological condition of Indonesia CBM basins.

10. ACKNOWLEDGMENT

Thank is expressed to the editor for suggestions and corrections, which significantly has improved this paper.

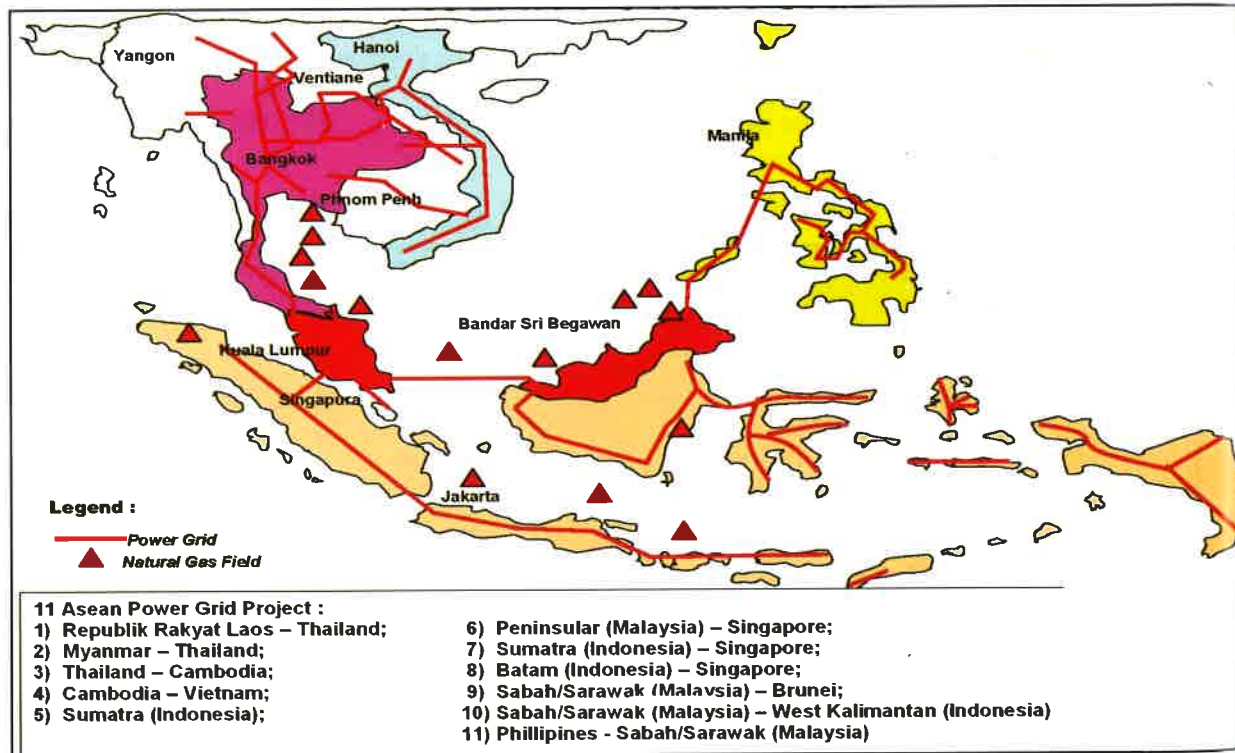


Figure 5. Proposed Asean Power Grid (Balce, 2003)

REFERENCES :

- Advanced Resources International Inc, (ARI)., 2003. *Indonesian Coalbed methane. Task 1 Resource Assessment*, Final draft prepared for Asean Development Bank and MIGAS, Jakarta, Indonesia, 2003.
- Balce G.R., 2003. *Natural Gas Utilization, Infrastructure and Resources, Prospect for Coalbed methane in the ASEAN region*, Coalbed methane Workshop, Ministry of Mine and Energy The Republic of Indonesia, Jakarta Indonesia, 2003.
- British Geological Survey., 2005. *Mineral Profile, Coal*. Office of the Deputy Prime Minister, 2005.
- Hadiyanto and Saghafi, A., 2000. *Methane Storage Properties of Indonesian Tertiary Coals*. Proceedings of the Southeast Asean Coal Geology Conference, Bandung, Indonesia, 19-20 June, 2000.
- Hadiyanto and Stevens S.H., 2005. *Coalbed methane Prospects in Lower Rank Coals of Indonesia*, IAGI Special issues – Indonesia Mineral and Coal Discoveries, 2005.
- Legowo E.H, 2006. *Current Status of CBM Development in Indonesia*. Indo CBM Conference, Jakarta Indonesia, April 2006.
- Scott A.R and Tyler R., 1998. *Geologic and Hydrologic Controls Critical to Coalbed methane Production and Resource Assessment*, Bureau of Economic Geology, The University of Texas at Austin.

PEDOMAN PELAPORAN DAN ESTIMASI SUMBERDAYA DAN CADANGAN BATUBARA

Disusun oleh Tim Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral

(Sekarang Pusat Sumber daya Geologi)

2003

PENDAHULUAN

1. Sesuai dengan perturan dalam Undang-undang No. 11 tahun 1967 tentang Ketentuan Pokok Pertambangan, Undang-undang No. 1 tahun 1967 tentang Ketentuan Pokok Penanaman Modal Asing/PMA dan Undang-undang No. 12 tahun 1970 tentang Ketentuan Pokok Penanaman Modal Dalam Negeri/PMDN, pada setiap perioda waktu tertentu perusahaan yang bergerak dalam bidang pencarian dan penambangan batubara mempunyai kewajiban untuk melaporkan kegiatan eksplorasi/eksploitasi sesuai dengan tahap pkerjaannya. Akan tetapi umumnya di dalam pelaporan sumber daya dan cadangan batubara masing-masing perusahaan mempunyai tata caranya masing-masing. Metoda penghitungan dan pelaporan sumber daya/cadangan batubara berdasarkan sistim yang berlaku di negara-negara yang telah maju dalam bidang perbatubarannya seperti dari USGS atau Australian Standard sringkali digunakan sebagai acuan. Begitu beragamnya tata cara pelaporan yang ada, mengakibatkan kesulitan dalam melakukan evaluasi laporan. Hal ini terjadi karena belum ada panduan yang baku baik mengenai tata cara maupun format pelaporan sumber daya atau cadangan yang harus dilaporkan.
2. Kondisi geologi Indonesia yang merupakan pertemuan banyak lempeng litosfera menyebabkan konfigurasi geologi yang spesifik yang mempengaruhi endapan batubara secara kualitas, kuantitas dan sebarannya sehingga dengan demikian sistim penghitungan sumber daya atau cadangan seperti dari USGS atau Australian Standard tidak dapat begitu saja diterapkan pada penghitungan sumber daya atau cadangan batubara Indonesia. Untuk itu pada tahun 1998, telah dicapai suatu kesepakatan mengenai klasifikasi sumber daya dan cadangan batubara melalui diskusi-diskusi intensif dalam berbagai sidang yang dihadiri oleh perwakilan dari instansi pemerintah terkait, perguruan tinggi dan perusahaan-perusahaan batubara baik pemerintah (BUMN), swasta asing (PMA) maupun swasta nasional, dalam wujud Standard Nasional Indonesia tentang Klasifikasi Sumber Daya dan Cadangan Batubara (SNI Amandemen 1, 13-5014-1998). SNI ini banyak mengacu kepada United Nations International Framework Classification for Reserve/Resources-Solid Fuels dan Mineral Commodities, 1996 dalam penghitungan sumberdaya dan cadangan komoditi mineral dan bahan bakar padat.
3. SNI Amandemen 1, 13-5014-1998, baru menyentuh klasifikasi berdasarkan tipe endapan batubara di Indonesia. Hanya saja karena terlalu banyaknya klas sumberdaya membuat standar ini perlu ada suatu pedoman untuk pelaporan sumberdaya dan cadangan yang menjadi dasar acuan baik pemerintah, pengusaha maupun masyarakat.
4. Pedoman ini berdasarkan pada prinsip prinsip transparansi, materialitas, dan kompetensi yang maksudnya :
 - a. Transparansi maksudnya adalah bahwa suatu laporan publik selayaknya mengandung informasi yang cukup, dengan penyajian data dan pernyataan yang jelas dan tidak bermakna ganda sehingga pembaca laporan tidak salah mengerti atau mengambil keputusan yang salah berdasarkan laporan ini.
 - b. Materialitas maksudnya adalah suatu laporan publik selayaknya mengandung semua informasi yang relevan yang diperlukan dan diharapkan ada dalam laporan oleh investor dan para tenaga professional mereka untuk membuat keputusan yang beralasan kuat dan berimbang tentang hasil eksplorasi, atau sumberdaya dan cadangan batubara yang dilaporkan.

- c. Kompetensi maksudnya adalah bahwa suatu laporan publik selayaknya didasarkan pada hasil kerja profesional dari orang yang berpengalaman dan mempunyai kualifikasi yang cocok dengan pekerjaan ini dimana dia diharuskan melaksanakan kode etik profesional tertentu.

RUANG LINGKUP

5. Dokumen ini meliputi uraian mengenai metodologi yang dianjurkan untuk diikuti dalam memperkirakan/mengestimasi jumlah Batubara in-situ, Sumberdaya dan Cadangan Batubara ; dan untuk memberikan panduan dalam pelaporan kepada pemerintah dan dokumen dokumen teknis untuk pelaporan publik maupun non publik (internal perusahaan). Pedoman dibuat bersifat luas dengan harapan agar dapat diaplikasikan untuk berbagai endapan batubara Indonesia yang bervariasi baik dalam peringkat/rank, kualitas, dan lingkungan geologinya. Pedoman ini juga memperkenalkan Estimator Sumberdaya dan Cadangan Batubara yaitu pihak/orang yang bertanggung-jawab atas kelayakan dan kualitas estimasi Cadangan dan Sumberdaya yang disampaikannya.

BATASAN BATASAN PELAPORAN

6. Laporan-laporan tentang Sumberdaya dan Cadangan Batubara harus hanya menggunakan peristilahan/terminologi yang telah ditentukan dalam Diagram 2 terlampir. Diagram ini memperlihatkan hubungan antara berbagai macam kategori Batubara, Sumberdaya Batubara dan Cadangan Batubara serta sistem klasifikasi yang mencerminkan tingkat keyakinan geologi yang berbeda beda dan tingkat pengetahuan teknis ataupun keekonomiannya yang berbeda pula.

DEFINISI

7. **Estimator Sumberdaya dan Cadangan Batubara/ESCB** ('Coal Resources and Reserves Estimator') adalah seseorang atau pihak yang bertanggung jawab dalam memperkirakan Cadangan dan atau Sumberdaya Batubara yang sekurang-kurangnya berpendidikan Perguruan Tinggi dalam bidang Geologi atau Pertambangan, berpengalaman sekurang-kurangnya 5 tahun dalam industri perbatubaraan. Manakala seorang Estimator akan melakukan estimasi atau pengawasan estimasi Sumberdaya Batubara, maka

pengalaman yang terkait yang dimintakan adalah dalam bidang perhitungan, pengkajian, evaluasi Sumberdaya batubara. Demikian juga bila seorang Estimator akan melakukan estimasi atau pengawasan estimasi Cadangan Batubara, maka pengalaman yang terkait yang dimintakan adalah dalam bidang perhitungan, pengkajian dan evaluasi keekonomian penambangan Cadangan batubara. Seorang ESCB bertanggung jawab penuh akan kredibilitas laporan estimasi sumber daya dan atau cadangan batubara yang dilakukannya. Di dalam pelaporan, ESCB wajib mengikuti peraturan/perundang-undangan atau syarat-syarat khusus yang dikeluarkan oleh Pemerintahan terkait.

Catatan: Dalam rangka penyampaian Laporan Publik (misalnya laporan-laporan yang dibuat dalam rangka penyampaian informasi kepada para investor dan konsultan mereka), seorang Estimator haruslah merupakan seorang anggota dari Asosiasi Profesi di bidang geologi atau pertambangan.

8. **Titik-titik informasi** adalah lokasi perpotongan lapisan batubara dengan titik yang diketahui, yang memberikan informasi, dengan berbagai tingkat kepercayaan, tentang batubara yang didapat dengan cara pengamatan, pengukuran dan atau pengujian pada tempat berikut ini: singkapan bawah tanah atau permukaan, inti bor, logging geofisika, dan atau cutting dalam pemboran non-cored. Di Lokasi **Titik-titik informasi** harus dimungkinkan penentuan posisi keberadaan batubara secara jelas. **Titik-titik informasi** untuk pengukuran kualitas batubara tidak harus selalu digunakan pada evaluasi kualitas batubara. Titik titik Informasi untuk evaluasi kualitas batubara biasanya diperoleh dari pengujian contoh yang didapat dari singkapan permukaan, bawah tanah atau dari contoh inti pemboran dengan recovery yang dapat diterima, umumnya > 95%.
9. **Data interpretasi**, adalah pengamatan yang membantu keberadaan batubara, dikumpulkan dengan metode interpretative/pendugaan atau tidak langsung. Data interpretasi itu termasuk hasil-hasil dari pemetaan, seismic, magnetic, gravitasi dan penyelidikan geologi atau geofisika lainnya, namun tidak termasuk estimasi mutu dan jumlah batubara. Suatu perusahaan, ketika melaporkan Data interpretasi, harus menguraikan

- dasar teknis dari laporan tsb. Data interpretasi ini dapat digunakan dalam kaitan dengan Titik titik Informasi untuk memperbaiki tingkat kepercayaan suatu laporan.
10. Batubara in Situ adalah termasuk kategori pelaporan yang baru diperkenalkan yang mampu menginventarisir jumlah batubara "in-ground/dalam tanah" untuk dilaporkan kepada Pemerintah atau untuk keperluan internal perusahaan. Batubara in-Situ adalah termasuk batubara yang diketemukan dalam kerak bumi yang mungkin dapat dilaporkan dan diperkirakan, tanpa mengindahkan syarat ketebalan, kedalaman, mutu, layak tambang atau potensi keekonomiannya; dan menurut definisi, termasuk seluruh Sumberdaya Batubara.
 11. **Sumberdaya Batubara** adalah bagian dari kategori Batubara in-Situ dimana pada keadaan dan jumlah seperti apa adanya mempunyai prospek yang cukup beralasan untuk pengambilan secara ekonomis. Sumberdaya Batubara harus dilaporkan dalam bentuk kategori hipotetik, Tereka, Tertunjuk, dan Terukur. (lihat pengertian Hipotetik, Tereka, Terunjuk dan Terukur dalam SNI).
 12. Sumberdaya Kelayakan (sumberdaya sisa Cadangan terbukti) dan sumberdaya pra kelayakan (sisa cadangan terkira) dilaporkan dengan cara digabung menjadi sumberdaya terukur dan tertunjuk sesuai dengan kriteria kerapatan titik informasi dan keadaan geologinya.
 13. Cadangan Batubara adalah bagian yang dapat ditambang secara ekonomis atas Sumberdaya Batubara Terukur atau Tertunjuk pada saat pelaporan itu dibuat. Pengertian ini sudah memasukkan material yang dianggap akan dibuang (dilution) atau hilang (losses) yang mungkin terjadi manakala batubara itu ditambang. Pengkajian yang benar, termasuk studi kelayakan, seyogyanya harus dilakukan. Pengkajian ini harus memasukkan pertimbangan-pertimbangan cara penambangan yang benar, keekonomian, pemasaran, keuntungan, hukum, lingkungan, konservasi endapan dan faktor sosial serta pemerintahan. Pada saat pelaporan, pengkajian-pengkajian ini mampu menunjukkan bahwa pengambilan cadangan dapat dipertanggung jawabkan.
 14. **Probable Coal Reserve** (Cadangan Batubara Terkira) adalah bagian yang dapat ditambang secara ekonomis dari suatu sumber daya Tertunjuk, dan dalam beberapa hal Sumberdaya Batubara Terukur; dimana faktor-faktor pengubah atau kriteria sumber daya asalnya tentu saja mengurangi tingkat kepercayaannya.
 15. **Proved Coal Reserve** (Cadangan Batubara Terbukti) adalah bagian yang dapat ditambang secara ekonomis atas suatu Sumberdaya Batubara Terukur.
 16. **Cadangan Batubara Terbukti dan Terkira** bisa digabungkan dan dilaporkan sebagai Cadangan Batubara yang dapat diambil (recoverable)
 17. Cadangan Batubara yang dapat di Pasarkan (marketable) adalah jumlah tonase batubara, pada mutu dan kelembaban (moisture) tertentu, yang tersedia untuk dijual atas Cadangan Batubara. Cadangan ini dapat dilaporkan berkaitan dengan laporan-laporan mengenai Cadangan Batubara, tetapi tidak sebaliknya. Dasar dari perkiraan yield/hasil yang akan dicapai dalam Cadangan Batubara Terpasarkan harus disebutkan. Seandainya Batubara itu akan dipasarkan tanpa keterangan penggunaannya, Cadangan Batubara Terpasarkan mungkin dapat disebut pula sebagai Cadangan Batubara saja.
- ## ESTIMASI DAN DOKUMENTASI BATUBARA IN-SITU DAN SUMBERDAYA BATUBARA
- ### Batubara in Situ
18. Batubara in Situ meliputi estimasi seluruh batubara, termasuk hal-hal yang berkaitan dengan keberadaan batubara tetapi tidak begitu prospektif untuk diambil secara ekonomi pada kondisi saat itu. Batubara in Situ termasuk batubara yang ketebalannya tidak ekonomis dan atau kualitasnya atau batubara yang terlindungi oleh undang undang atau alasan-alasan keselamatan dan lingkungan. Pengestimasi Batubara in Situ, harus disiapkan sebagaimana diuraikan dibawah ini untuk Sumberdaya Batubara.
- ### Sumberdaya Batubara
19. Sumberdaya Batubara hanya dapat diperkirakan dari data yang diperoleh dari Titik titik Informasi, namun estimasi ini dapat diperkuat dengan Data interpretasi. Data dari Teknik-teknik geofisika, kecuali downhole logging, bukan merupakan Titik

- titik Informasi langsung, tetapi bisa meningkatkan keyakinan geologi mengenai kemenerusan lapisan batubara antara Titik titik Informasi, terutama dalam kategori Sumberdaya Tereka.
20. Sumberdaya Batubara dapat diestimasi dengan cara mengalikan **luas area lapisan batubara** dengan **ketebalan lapisan** dan **density batubara** ditempat tersebut. Luas area ditentukan oleh daerah pengaruh dari Titik titik Informasi dan faktor lain yang yang membatasi luasnya sumberdaya. Faktor-faktor yang membatasi luas area sumberdaya bisa saja sangat teknis (misal: ketebalan lapisan maksimum atau minimum, kedalaman, kualitas dan ketebalan minimum yang dapat dipisahkan). Para estimator juga harus menjamin bahwa density batubara ditempat tersebut benar dan disebutkan dengan jelas.
 21. Sumberdaya Batubara harus diestimasi dan dilaporkan untuk setiap lapisan dalam suatu deposit sesuai dengan variable kunci yang tepat (misal: ketebalan, kedalaman, parameter parameter kualitas batubara).
 22. Jika ada parameter lapisan (misal: ketebalan, kadar abu, yield) tidak memenuhi suatu tingkatan dimana terdapat prospek yang menjanjikan, untuk suatu penambangan secara ekonomis di suatu daerah, maka Sumberdaya Batubara untuk lapisan tsb. di daerah itu tidak seharusnya diestimasi lagi. Jika ada alasan-alasan yang mengharuskan untuk mengestimasi sumberdaya di daerah ini, (misal wilayah tersebut harus ditambang untuk akses lapisan yang lebih prospektif atau sumberdaya dengan kualitas yang lebih tinggi), Estimator harus mampu memberikan keterangan yang diperlukan tersebut. Sama halnya, jika ada pertimbangan pertimbangan geologi, teknis atau budaya (misal, adanya intrusi yang meluas, letak lapisan batubara yang terlampaui dalam, batas ketinggian penambangan dalam tambang bawah tanah, daerah permukaan yang dilindungi) tanpa melihat prospek atas pengambilan lapisan atau sebagian lapisan secara ekonomis, maka Sumberdaya Batubara dari lapisan tertentu atau sebagian dari lapisan tersebut yang relevan tidak perlu diestimasi lagi di wilayah itu. Estimator harus mencatat pertimbangan-pertimbangan ini.
 23. Panduan berikut ini harus digunakan oleh Estimator ketika menentukan kategori sumberdaya yang relevan untuk suatu deposit, tentunya dibawah syarat atau kondisi geologi yang menguntungkan.
 24. Kerapatan titik informasi yang optimal untuk masing masing kategori sumberdaya tergantung pada kondisi geologi dan tingkat keyakinan geologi yang diinginkan. Kerapatan titik untuk tiap kategori sumberdaya pada kondisi geologi sederhana, moderat dan kompleks sudah ditentukan dalam SNI tentang perhitungan sumberdaya dan cadangan mineral dan batubara yang bisa dilihat pada tabel 1.
 25. Untuk Sumberdaya Hipotetik kecenderungan dalam ketebalan dan kualitas batubara (daerah pengaruh dari titik informasi) ditentukan terutama oleh keberanian dan pengalaman estimator dalam penentuan radius daerah pengaruh dari titik informasi sesuai dengan keadaan geologi di daerah tersebut. Dalam tabel disebut sebagai "tidak dibatasi".
Walaupun begitu dalam estimasi sumberdaya hipotetik harus dinyatakan jarak batas batas terluar dari titik informasi dan alasan alasan yang mendasarinya.
 26. Bagi Sumberdaya Batubara Tereka, kerapatan

Tabel 1. Jarak kerapatan titik informasi (X) untuk tiap Kategori sumberdaya dan Keadaan Geologinya

GEOLOGI	KRITERIA	SUMBERDAYA			
		HIPOTETIK	TEREKA	TERTUNJUK	TERUKUR
Sederhana	Jarak Titik Informasi	Tak dibatasi	$1000 < X < 2000$	$500 < X < 1000$	$X < 500$
Moderat			$500 < X < 1000$	$250 < X < 500$	$X < 250$
Kompleks			$200 < X < 500$	$100 < X < 200$	$X < 100$

dan penyebarluasan Titik titik Informasi, yang mungkin ditunjang oleh Data interpretasi, harus memberikan pengertian yang memadai atas keadaan geologi untuk menyimpulkan kemenerusan lapisan antara Titik titik Informasi. Sumberdaya ini harus juga memungkinkan adanya estimasi kisaran ketebalan batubara juga kualitasnya walaupun masih pada tingkat kepastian yang rendah, sehingga tidak memadai untuk tujuan perencanaan penambangan.

27. Sumberdaya Batubara Tereka dapat diestimasikan dengan menggunakan data yang didapat dari Titik titik Informasi dengan kerapatan hingga sejauh 1 s/d 2 km. Untuk kondisi geologi sederhana, 0,5 km s/d 1 km untuk keadaan geologi moderat dan 0.2 s/d 0.5 km untuk keadaan geologi kompleks. Kecenderungan dalam ketebalan kualitas batubara tidak dapat diperkirakan lebih dari 2 km dari Titik titik Informasi.
28. Untuk Sumberdaya Batubara Tertunjuk, kerapatan, distribusi dan keterpaduan Titik titik Informasi, yang mungkin diperkuat dengan Data interpretasi, cukup untuk memperoleh estimasi yang realistik atas rata-rata ketebalan, luas wilayah, kisaran kedalaman, kualitas dan jumlah in-Situ dari batubara. Sumberdaya ini telah mampu memberikan tingkat kepercayaan yang cukup atas endapan untuk pembuatan rencana rencana tambang dan menentukan kualitas produk batubara yang kira-kira akan didapat.
29. Sumberdaya Batubara Tertunjuk ini dapat diestimasikan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Titik titik Informasi umumnya kurang dari 1 km untuk keadaan geologi yang sederhana, 0.25 s/d 0.5 km untuk keadaan geologi moderat dan 0.1 s/d 0.2 km untuk keadaan geologi yang kompleks.
Kecenderungan akan ketebalan dan kualitas batubara (daerah pengaruh) jangan diprediksi lebih dari 1 km dari Titik titik Informasi.
30. Untuk Sumberdaya Batubara Terukur, kerapatan, distribusi dan keterpaduan dari Titik titik Informasi, yang bisa ditunjang dengan Data interpretasi, cukup untuk memperoleh estimasi yang dapat dipercaya tentang ketebalan rata-rata, luas wilayah, rentang kedalaman, kualitas dan jumlah in-Situ dari batubara. Sumberdaya ini

memberikan tingkat kepastian jumlah endapan untuk pembuatan rencana rinci tambang, menentukan biaya penambangan dan memberikan spesifikasi produk yang dapat dipasarkan.

31. Sumberdaya Batubara Terukur ini bisa diestimasikan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Titik titik Informasi umumnya kurang dari 500m untuk keadaan geologi sederhana, 0.25 km untuk keadaan geologi moderat dan 0.1 km untuk keadaan geologi yang kompleks. Kecenderungan dalam ketebalan dan kualitas batubara seharusnya tidak diprediksi lebih dari 500 m dari Titik titik Informasi.
32. Di daerah dimana lapisan itu tersesarkan, diterobos, bercabang, berbentuk lensa atau sangat bervariasi dalam ketebalan atau kualitas, Jarak antar Titik titik Informasi yang diperlukan lebih dekat, dan kemungkinan dukungan adanya Data interpretasi, akan diperlukan dalam keadaan seperti ini.
33. Estimasi/estimasi Batubara in-Situ dan Sumberdaya Batubara mutlak harus disampaikan dengan jelas faktor-faktor yang digunakan dalam estimasi ini, termasuk luas wilayah, ketebalan dan density setempat. Estimasi atas jumlah tonase harus dibulatkan sesuai dengan tingkat ketepatan estimasinya. Prosedur Estimasi ini harus transparan dan dapat diulang lagi.
34. Jika estimasi atas Batubara in Situ dan Sumberdaya Batubara dipaparkan bersama, suatu pernyataan harus disampaikan dengan jelas dengan menyetengahkan apakah estimasi itu dilaporkan secara terpisah atau digabung.
35. Dengan berdasar atas hal-hal tersebut di atas, merupakan tanggung jawab Estimator untuk menentukan kategori Sumberdaya Batubara dan Batubara in-Situ secara tepat atas setiap deposit yang diestimasikan. Estimator harus menyiapkan dokumen tehnik yang secara menyeluruh menguraikan proses pengestimasiannya dan asumsi-asumsi yang digunakannya; dan berisikan rancangan-rancangan yang relevan pada skala yang benar. Sebagai petunjuk saja, dokumen yang dimaksud harus memuat:
 - a. Peta-peta setiap lapisan, menunjukkan lokasi dan luas wilayah dari setiap kategori Sumberdaya, factor-faktor yang digunakan

untuk membatasi sumberdaya; dan Titik titik Informasi (dengan lubang/sumur kualitas batubara yang dibedakan dengan jelas) dimana estimasi untuk lapisan sumberdaya itu berdasar.

- b. Tabel yang menggambarkan estimasi kategori sumberdaya, wilayah, rentang ketebalan lapisan, density secara relatif, rentang kedalaman dan kisaran kualitas batubara yang relevan untuk estimasi setiap lapisan.
- c. Basis kelembaban (moisture) atas setiap estimasi dan factor penyesuaian kelembaban (jika dilakukan)
- d. Rincian atas seluruh faktor yang digunakan untuk membatasi estimasi sumberdaya;
- e. Pernyataan apakah dokumen yang disampaikan itu sesuai SNI dan pedoman yang berlaku

ESTIMASI DAN PENDOKUMENTASIAN CADANGAN BATUBARA

36. Cadangan Batubara Terkira, Terbukti seluruhnya dinamakan Cadangan Batubara.
37. Cadangan Batubara hanya dapat berasal dari Sumberdaya Tertunjuk dan atau Terukur yang disertai dengan rancangan penambangannya. Cadangan ini menampilkan jumlah tonase batubara pada kelembaban tertentu, diharapkan untuk ditambang dan diberikan sebagai batubara tertambang (ROM/Run of Mine). Sumberdaya Batubara Tertunjuk layak sebagai sumberdaya asal untuk mengestimasi Cadangan Batubara Terkira. Tetapi hanya Sumberdaya Batubara Terukurlah yang pantas untuk perencanaan tambang secara rinci dan estimasi Cadangan Batubara Terbukti.
38. Dalam mengestimasi Cadangan Batubara, "mining recovery" dan "mining dilution" (yang diperkirakan hilang selama penambangan) harus diperhitungkan terhadap Sumberdaya Batubara asal. Penyesuaian atas nilai kelembaban, sangat disarankan.
39. Mining recovery dan mining dilution tergantung atas metode penambangan yang diusulkan dan bisa diekspresikan kedalam jumlah yang hilang dari batubara dalam setiap lapisan atau, sebagai pilihan, merupakan suatu persentase rekoverti penambangan. Kecuali bila ada faktor khusus yang telah ditentukan dari konsep studi awal, dapat digunakan rekoverti penambangan yang telah terbukti dalam sejarah metode penambangan yang diusulkan pada suatu wilayah. Seandainya informasi ini tidak tersedia, atau seandainya rekoverti penambangan tidak menentu karena kompleksitas geologinya, maka bisa digunakan faktor rekoverti sebesar 50% atas Sumberdaya Batubara untuk tambang bawah tanah dan 90% atas Sumberdaya Batubara untuk tambang permukaan. Estimator harus melaporkan faktor-faktor rekoverti apa yang telah digunakannya.
40. Cadangan Batubara dapat dibatasi secara tehnik (misal, struktur, tekanan, gas, air bawah tanah), kualitas batubara (misal, kandungan abu, zat terbang, intrusi, yield), atau faktor-faktor ekonomi (misal, Striping rasio/nisbah pengupasan). Cadangan Batubara harus diestimasi secara terpisah untuk bagian-bagian endapan yang dapat ditambang dengan metoda permukaan atau bawah tanah.
41. Cadangan Batubara yang dapat Dipasarkan/marketable diestimasi dengan memperhitungan yield yang diperkirakan sebelumnya dan faktor-faktor penyesuaian dari kelembaban produk terhadap Cadangan Batubara.
42. Estimasi akan Cadangan Batubara harus menyatakan dengan jelas seluruh factor yang digunakan dalam estimasi ini, termasuk Sumberdaya Batubara dimana dia berasal, metoda metoda penambangan yang diusulkan, keadaan fisiknya, kriteria tentang kualitas atau keekonomian yang membatasi penambangan atau metoda penambangan; nilai yang layak terhadap faktor "loss dan dilution" sesuai dengan metoda penambangan yang diusulkan, faktor faktor penyesuaian kelembaban (jika digunakan), dan untuk Cadangan Batubara yang dapat Dipasarkan (marketable), bila dilaporkan, yield yang diperkirakan dan basis untuk memperkirakan yield itu. Estimasi jumlah tonase Cadangan Batubara harus dibulatkan berdasarkan ketepatan estimasi. Prosedur estimasi harus transparan dan dapat diulang-ulang.

43. Untuk laporan kepada pemerintah cukup dilaporkan cadangan terkira dan terbukti saja dan dapat dijumlahkan dalam bentuk recoverable reserve/cadangan yang terambil. Cadangan Batubara yang dapat dipasarkan cukup dilaporkan untuk kepentingan internal perusahaan saja.
44. Atas hal itu semua, merupakan tanggung jawab Estimator untuk menentukan kategori Cadangan Batubara dengan tepat atas setiap endapan yang ada. Estimator harus menyiapkan dokumen teknik yang secara lengkap menguraikan proses estimasi dan asumsi asumsi yang digunakan; dan berisikan rancangan relevan dengan skala yang tepat. Sebagai Petunjuk saja, dokumen itu harus membahas dan memasukkan:
- Peta dari masing masing lapisan, yang menunjukkan lokasi dan luas wilayah cadangan dan kategori sumberdaya asalnya
 - Kategori sumberdaya dimana estimasi cadangan itu berdasar
 - Lapisan yang akan ditambang
 - Metode-metode penambangan yang diusulkan
 - Kriteria yang digunakan untuk membatasi cadangan
 - Faktor-faktor perolehan Penambangan/ Mining Recovery dan kehilangan dalam Penambangan/mining dilution serta asal-muasalnya
 - Basis kelembaban (moisture) pada estimasinya dan faktor-faktor penyesuaian kelembaban (jika dilakukan)
 - Dasar dalam memperkirakan preparation plant-yield (jika Cadangan Batubara yang dapat Dipasarkan/marketable dilaporkan)
 - Spesifikasi Kualitas/mutu produk batubara
 - Pernyataan yang jelas bahwa Sumberdaya Batubara dilaporkan tidak dicampur-adukkan dengan Cadangan Batubara,
 - Pernyataan apakah laporan ini sesuai dengan pedoman

KAJI ULANG

45. Panduan ini akan dikaji ulang oleh suatu Panitia yang terdiri dari perwakilan bidang industri dan pemerintah.
46. Jika ada usulan tertulis mohon dialamatkan ke apbroto@yahoo.com.au

n

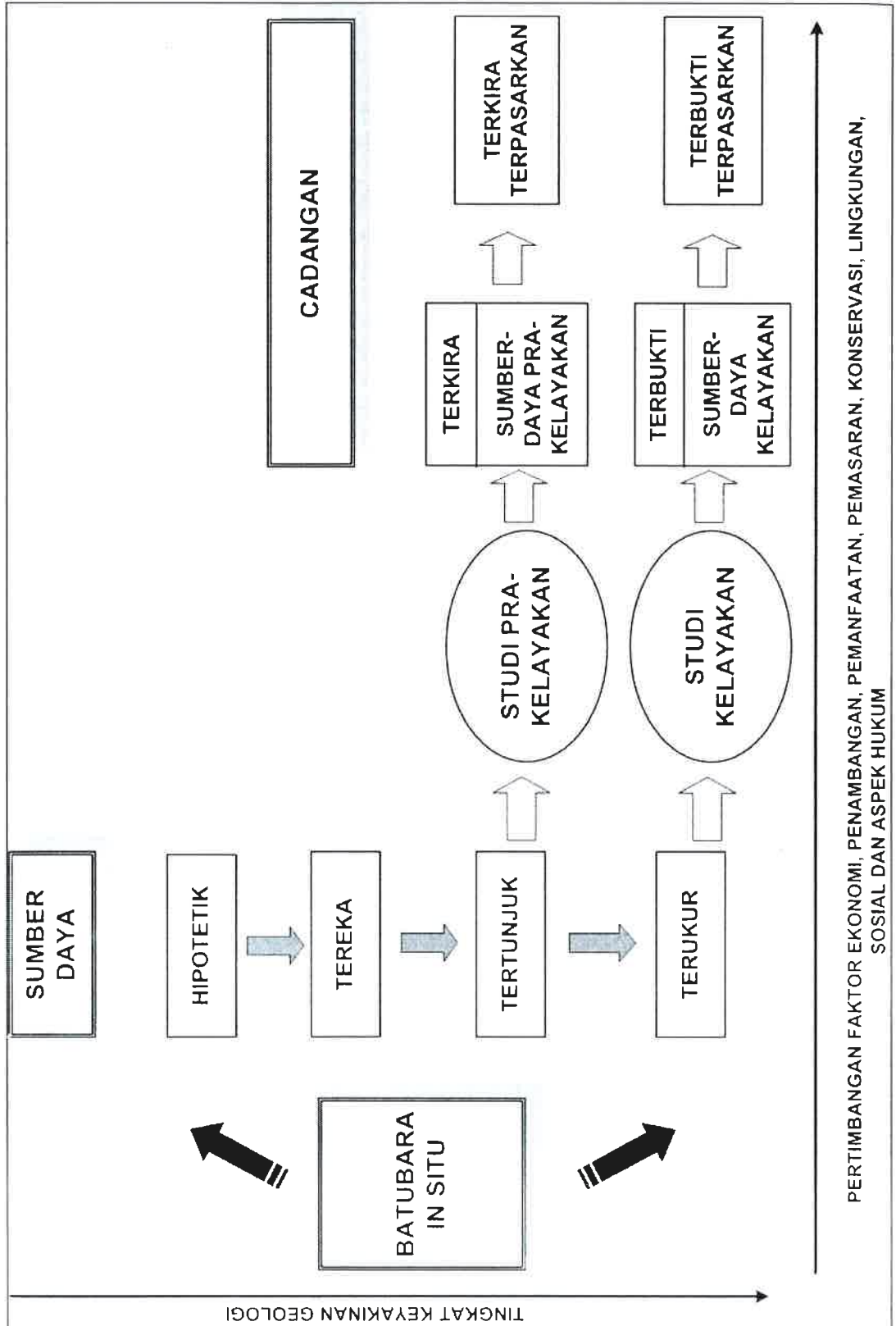
Diagram 1. KRITERIA DAN KLASIFIKASI SUMBERDAYA DAN CADANGAN (SNI, 1998)

Tahap Eksplorasi	Eksplorasi Rinci	Eksplorasi Umum	Prospeksi	Survey Tinjau
Kelayakan	1. Cadangan Terbukti (Proved Reserve) 111			
	2. Sumberdaya Kelayakan (Feasibility Resources) 211			
Studi Kelayakan dan atau Laporan Penambangan		1. Cadangan Terkira (Probable Reserve) 121 + 122		
Studi Pra Kelayakan		2. Sumberdaya Prakelayakan (Feasibility Resources) 221 + 222		
Studi Geologi	1-2 Sumberdaya Terukur Measured Resources 331	1-2. Sumberdaya Tertunjuk Indicated Mineral Resources 332	1-2. Sumberdaya Tereka Inferred Resources 333	? Sumberdaya Hipotetik Hypotetical Resources 334

tinggi ← tingkat keyakinan geologi → rendah

Kategori Ekonomis: 1= ekonomis, 2= berpotensi Ekonomis, 1-2=ekonomis ke berpotensi ekonomis (berintrinsik ekonomis), ? = tidak ditentukan. Kelayakan didasarkan pada kajian faktor ekonomi, pemasaran, penambangan, pengolahan, lingkungan, sosial, hukum/perundang undangan, dan kebijakan pemerintah.

Diagram 2. HUBUNGAN ANTARA KATEGORI BATUBARA IN-SITU, SUMBERDAYA DAN CADANGAN



Lampiran 1 . Contoh Tabel Resume laporan Sumberdaya dan Cadangan

Perusahaan :
 Lokasi :
 Tanggal Pelaporan :
 Estimator :
 Metoda Penambangan : Permukaan/Dalam

No.	Blok	Koordinat		seam	Kualitas (basis*)							Sumberdaya				Cadangan		
		x	y		M	VM	St	Ash	CV	Hipo	Tereka	Tertunjuk	Terukur	total	Probable	Proved	Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

- Parameter Kualitas dapat disajikan dalam tabel terpisah asalkan dilaporkan untuk tiap blok dan seam
- Pastikan tidak ada overlapping antar kategori sumberdaya maupun cadangan

William Lawrence Bragg
William Henry Bragg
Father-Son Team,
Pembuka dunia Unik
Mineral

William Henry Bragg dan William Lawrence Bragg adalah dua orang tokoh yang sangat berjasa dalam memperkenalkan kita pada keunikan dunia mineral. Keduanya, ayah dan anak bersama-sama menemukan tehnik Xray diffraction (Xrd), untuk mengetahui struktur kristal pada tingkatan atom. Mereka juga yang mempelopori penggunaan X-ray spectroscopy untuk menentukan komposisi elemen suatu benda padat serta menerapkan tehnik tersebut untuk mengetahui struktur atom beberapa mineral penting yang paling umum terdapat dalam kulit dan mantel atas bumi.

William Henry Bragg dilahirkan pada tanggal 2 Juli 1862 di Westward Inggris dan meninggal pada tanggal 12 Maret 1942 di London. Putra tertuanya William Lawrence dilahirkan pada tanggal 31 Maret 1890 di Adelaide Australia dan meninggal 1 Juli 1971 di Ipswich Inggris.

William Henry Bragg (W.H) sebenarnya adalah seorang ahli matematika, tetapi ia lebih dikenal sebagai ahli fisika. Ia menamatkan SMA nya di *Kings William College Isle of Man*, untuk kemudian mempelajari matematika di *Trinity College Cambridge* pada tahun 1881 hingga 1884 serta lulus dengan predikat *first class honour*. Setelah beberapa tahun di Cambridge, W.H diangkat sebagai professor matematika dan fisika di Universitas Adelaide Australia, menggantikan posisi salah seorang seniornya yang menjalani masa pensiun.

Dari tahun 1886 sampai 1904, W.H mengabdikan diri untuk mengembangkan kurikulum science di Universitas Adelaide yang ketika itu memang masih berusia sangat muda (didirikan pada tahun 1875). Bragg mencari sendiri bahan-bahan pelajaran fisika yang ia butuhkan untuk mengajari para mahasiswanya, termasuk diantaranya membuat tabung X-ray untuk alat peraga mahasiswa, segera setelah berita penemuan sinar X oleh Wilhelm Von Roentgen sampai di Australia pada tahun 1895. Tidak seperti kebanyakan ahli fisika lainnya yang menghasilkan

pekerjaan brilian sebelum usia mereka menginjak 30, W.H Bragg memulai percobaan penelitiannya ketika usianya menginjak 41 tahun.

William Henry Bragg adalah salah seorang ilmuwan yang berinisiatif mempelajari karakteristik sinar alpha, betha dan gamma, termasuk diantaranya mempelajari radiasi sinar X. Salah satu hal yang menjadi perdebatan cukup hangat di kalangan ilmuwan pada saat itu, adalah perbedaan pendapat mengenai apakah sinar X *corpuseular* atau *wavelike*. Melalui percobaan-percobaan yang dilakukannya, W.H sampai pada kesimpulan bahwa sinar X adalah Corpuseular. Penerimaannya pada pendapat bahwa sinar X memiliki sifat-sifat sebagai gelombang (wavelike) terjadi melalui percobaan yang dilakukan oleh putranya William Lawrence Bragg.

William Lawrence Bragg (W.L) adalah putra tertua W.H. Ia menghabiskan masa sekolahnya di St Peters College Universitas Adelaide Australia. Seiring dengan kepindahan ayahnya yang dipromosikan sebagai Profesor fisika di Universitas Leeds Inggris, W.L selanjutnya juga mengikuti jejak ayahnya memasuki Trinity College Cambridge. Pada tahun pertama ia mempelajari matematika tapi menginjak tahun kedua pindah ke jurusan fisika hingga lulus pada tahun 1911.

Setahun setelah ia lulus, terinspirasi oleh kesuksesan Max Von Laue dalam mengamati efek difraksi dari sinar X yang tersebar oleh kristal sphalerite, W.L melakukan penelitian sinar X untuk alkali halides. Ia mengintrepretasikan kembali data yang diperoleh Laue sehingga menghasilkan sebuah model difraksi hasil karyanya sendiri. Model yang diciptakan W.L yang selanjutnya dikenal sebagai *Hukum Bragg* sangat terkenal di lingkungan ahli kristalografi dan mineralogi. Dengan bantuan hasil karya Laue, Bragg mampu memecahkan dua masalah besar dalam sekaligus. Hukum Bragg membuktikan bahwa sinar X dapat dianggap sebagai gelombang, sekaligus membuktikan bahwa kristal-kristal terdiri atas atom-atom yang tersusun dalam urutan 3 dimensi.

Dengan memanfaatkan tabung X-ray ciptaan W.H, W.H dan W.L Bragg, selanjutnya bekerjasama sehingga menghasilkan karya brilliant berupa pemanfaatan sinar X untuk mengetahui susunan internal atom beberapa mineral penting seperti *halite*, *diamond*, *fluorite*, *pyrite*, *calcite* dan *corundum*. Metodologi yang diciptakan ayah dan anak tersebut hingga saat ini merupakan dasar yang

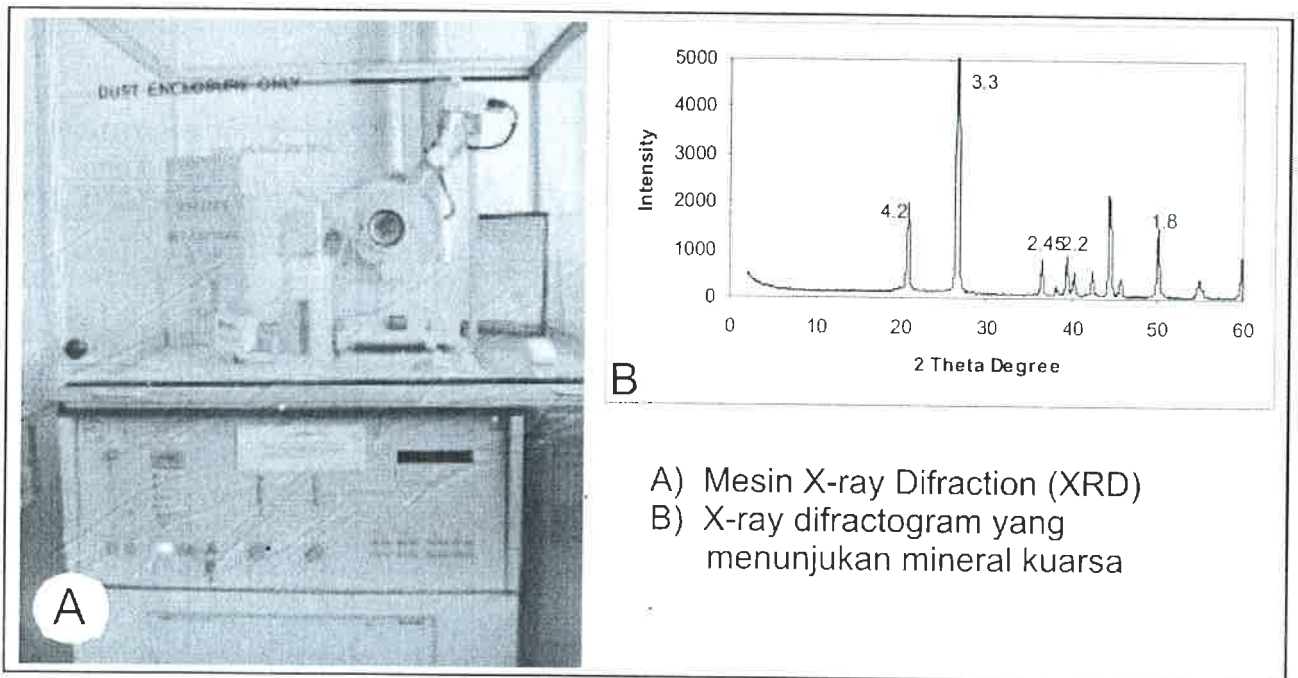
dipergunakan bagi analisa struktur kristal dengan mempergunakan sinar X. Melalui hasil karya mereka, saat ini kita bisa dengan mudah mengenali suatu jenis mineral dengan menggunakan tehnik Xrd. Karena pekerjaan mereka yang luar biasa itulah W.H and W.L Bragg mendapatkan hadiah Nobel pada tahun 1915.

Hingga akhir hidupnya, karena prestasi yang ia ukir, W.H banyak memperoleh penghargaan seperti The Rumford Medal (1916), Knighthood (1920) dan The Copley Medal of the Royal Society (1930). William Henry menjabat sebagai president *Royal Society* (asosiasi scientist Inggris yang sangat terkenal) dari tahun 1935 hingga masa pensiunnya di tahun 1940. Dalam tahun-tahun tersebut ia banyak menyumbangkan pengetahuannya untuk menentukan struktur mineral-mineral dari golongan silika (SiO_2) dan juga memberikan kontribusi pada perkembangan ilmu kristalografi organik.

Tidak jauh berbeda dengan ayahnya, W.L Bragg juga mengukir banyak prestasi. Ia diangkat sebagai Profesor Fisika di Universitas Manchester

Inggris. Selama lebih dari 18 tahun W.L membimbing sebuah grup ahli kristalografi muda yang bekerja memecahkan struktur atom dari mineral silicate yang rumit. Walaupun ia tidak menganggap dirinya sebagai ahli mineralogy, W.L menerbitkan textbook dengan judul "Atomic Structures of Minerals" pada tahun 1937 yang direvisi pada tahun 1965. Seperti ayahnya, W.L juga memperoleh banyak penghargaan seperti Hughes (1931), Royal (1946), Knighthood (1941), The Roebling Medal (1948), Copley Medal of the Royal Society (1966) dan the Companion of Honor (1967).

Berkat jasa William Henry dan William Lawrence Bragg, saat ini dengan menggunakan metoda X ray diffraction kita bisa mendeteksi jenis mineral-mineral yang terdapat dalam suatu batuan dengan mudah dan akurat. Merekalah salah satu pembuka dunia unik mineral sehingga bisa kita jelajahi. (Tha; dari *MacMillan Encyclopedia of Earth Sciences*)



A) Mesin X-ray Diffraction (XRD)
 B) X-ray diffractogram yang menunjukkan mineral kuarsa

Mesin XRD modern yang saat ini digunakan untuk mengidentifikasi mineral, yang cara kerjanya menggunakan prinsip-prinsip Hukum Bragg, beserta contoh hasil diffractogram batuan silicified coal yang terdiri atas 100% kuarsa

**ASIA
PACIFIC
SYMPOSIUM
ON
LOWER
RANK
COALS**



**INTEGRATING
LOWER RANK COALS
WITH
INDUSTRIALIZATION
IN THE 21ST CENTURY**

VENUE

September 6th - 7th, 2006
Horizon Hotel
Jl. Pelajar Pejuang 45 No. 121
Bandung 40254
Indonesia

FIELD TRIP

A post-conference field trip will be held to the Tanjung Enim coalfield in South Sumatra.



Information & Registration :

✉ ssrsusilawati@yahoo.com.au

Secretariat :

Center for Geological Resources
Jl. Soekarno Hatta No 444
Bandung 40254, Indonesia
Phone +62 22 5231860
Fax +62 22 5226263

EXHIBITION INFORMATION

The symposium will also invite a diverse group of institutions and companies to use our exhibition hall. Participants are invited to present work, research and

The symposium will cover many aspects of lower rank coals with a focus on how these coals can be used to meet growing needs for energy and how these coals can substitute for other fuels

Organized by :



CGR

In associated with :



AFOC
ASEAN FORUM ON COAL

Why Low Rank Coals?

- ☑ They constitute a major part of the world's energy resources, especially those in the Asia Pacific region
- ☑ Improvements in the efficiency of use of lower rank coals coupled with the shortage of alternative energy sources will make resources of lower rank coals more attractive for development and they are expected to become more important in the future as an energy source

FROM RESOURCES TO UTILIZATION

Low rank coals, previously termed brown coals or lignite form about 48% of coal reserves by tonnage (BP, 2005) but a lower proportion by energy content. Although the greenhouse debate is impacting on new coal development, significant improvements in the utilization of lower rank coals and the shortage of alternative power sources will make new lower rank coal resources more attractive as development targets, and are expected to become a more important energy source in the future.

Utilization for lower rank coals differs from that for higher rank coals due to lower specific energy content caused either by higher moisture or higher ash yields or both these factors. These differences lead to a requirement for specific forms of treatment for lower rank coals, for example in designing transport and storage systems as well as for power station design.

The understanding of lower rank coals involves different factors compared with higher rank coals.

Many aspects of lower rank coals will be discussed, and the most important topic is increased reliance on lower rank coals within future energy systems.

The symposium will be held in conjunction with the 58th Annual Meeting of the ICCP (International Committee for Coal and Organic Petrology). This will be attended by experts on coal from all over the world and they will make contributions relating to coals in general and lower rank coals in particular as oral and poster presentations.

GALERY MINERAL

ALUMINIUM

Aluminium yang memiliki nomor atom 13, berat atom 26.98 dan berat jenis 2.7gr/cm^3 adalah logam yang paling banyak terdapat di muka bumi. Aluminium juga merupakan elemen kimia ketiga terbanyak yang ditemukan dalam kulit bumi (8% dari berat massa kulit bumi) serta hadir sebagai komponen utama mineral-mineral yang umum terdapat di bumi, seperti mineral-mineral golongan feldspar, mika dan lempung.

Nama serta symbol kimia Aluminium yaitu *Al* diperoleh dari kata *Alumen*, nama latin untuk alum, salah satu garam sulfat pengandung aluminium. Karena aluminium bersifat kuat tapi ringan, penghantar panas yang sangat baik, tahan terhadap karat serta keterdapatannya yang melimpah, logam ini menjadi salah satu logam penting dalam dunia industri. Aluminium banyak digunakan sebagai bahan konstruksi, industriomotif dan industri pesawat terbang, peralatan elektronik hingga berbagai jenis peralatan rumah tangga.

Dalam sejarahnya, walaupun aluminium banyak ditemukan dalam berbagai mineral, penggunaannya di masa lalu terkendala oleh kesulitan yang sangat besar dalam proses pemisahan dari mineral pembawanya. Oleh karena itu, baru pada tahun 1827 Aluminium pertamakali bisa disiapkan secara murni, itupun dengan memakan biaya pemisahan yang sangat tinggi. Tingginya biaya pemisahan, menyebabkan logam ini hanya digunakan untuk perhiasan-perhiasan berharga mahal. Bahkan pada pertengahan abad ke 19, bangsawan-bangsawan Prancis lebih memilih mempergunakan aluminium untuk peralatan makan pada jamuan-jamuan mewah mereka, dibandingkan mempergunakan emas. (*Tha; dari MacMillan Encyclopedia of Earth Sciences*)

KAMUS GEOLOGI

Alunite :

Mineral dengan rumus kimia $\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, memiliki bentuk kristal rhombohedral biasanya berwarna putih, abu-abu atau pink, ditemukan pada batuan feldspatic yang terbentuk karena alterasi hydrothermal.

Amygdaloid :

Nama umum untuk batuan vulkanik (basalt atau andesite) yang mengandung banyak lubang-lubang gas yang terisi oleh mineral-mineral sekunder seperti zeolit, kalsit, kalsedon atau kuarsa. Lubang-lubang gas itu sendiri dinamakan *Amygdule*.

Argillaceous

Istilah yang digunakan untuk menyebut batuan atau suatu substansi yang tersusun oleh lempung atau memiliki kandungan lempung dengan jumlah yang signifikan, contohnya shale atau slate. Batuan argillaceous biasanya sangat mudah dibedakan karena baunya yang khas yang biasa disebut *argillaceous odor*.

Argillation

Pembentukan mineral-mineral lempung karena proses pelapukan aluminium silikat

Auger :

Istilah untuk peralatan pengeboran dimana cutting yang digunakan selama operasi pengeboran dilepaskan secara mekanis dan kontinyu dari dasar bor tanpa mempergunakan bantuan fluida.

*Sumber: Dictionary of Geological Terms
A Dolphin Reference Book, Double Day and
Company, Inc, Garden City New York*

ISSN 1907-5367



9 771907 536770