

ISSN 1907-5367

# **buletin**

## **SUMBER DAYA GEOLOGI**

Volume 6 No. 2, Agustus 2011



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral  
**Badan Geologi**  
Pusat Sumber Daya Geologi

Buletin Sumber Daya Geologi	Vol. 6	No. 2	Halaman 51 - 110	Bandung Agustus 2011	Terakreditasi sebagai Majalah Berkala ilmiah berdasarkan keputusan kepala LIPI No. 451/D/2010, Ketua P2MBI LIPI No. 237/Akred-LIPI/P2MBI/05/2010
--------------------------------	--------	-------	---------------------	-------------------------	---

## PENGANTAR REDAKSI

Tidak terasa waktu berjalan dengan cepat, terutama dengan semakin padatnya kegiatan – kegiatan di tahun 2011 yang harus segera diselesaikan. Namun demikian Redaksi Buletin Sumber Daya Geologi tidak lupa untuk menghadirkan edisi terbaru buletin kita yaitu edisi nomor 2 tahun 2011 ini dengan harapan makalah-makalah yang ada di dalamnya segera dapat dinikmati oleh para pemerhati bidang sumberdaya mineral dan energi.

Kali ini Buletin Sumber Daya Geologi menyajikan lima makalah pilihan yaitu tentang kajian aspek geologi dalam penyusunan Wilayah Usaha Pertambangan (WUP), sebagaimana diketahui bahwa dengan telah terbitnya UU no 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, pemerintah terus menerus berusaha menertibkan permasalahan perusahaan mineral dan batubara di Indonesia. Usaha ini tidak akan lepas dari kontribusi ilmu geologi di sisi hulu dalam penentuan wilayah keprospekkan sumber daya mineral dan batubara. Tinjauan tentang peluang bijih besi menjadi mineral strategis nasional berdasarkan prediksi kebutuhan mineral ini dalam industri di masa datang kami sajikan untuk dapat menjadi bahan diskusi atau pemikiran bersama, selain itu ditampilkan pula tentang kajian CBM.

Redaksi dengan bantuan para editor yang handal dan mitra bestari pilihan terus menerus bekerja keras untuk menghadirkan makalah-makalah yang bermutu melalui penyaringan yang ketat. Namun demikian kami siap membantu para penulis terutama para penulis muda untuk menyempurnakan tulisannya dalam bulletin ini. Kerjasama yang baik ini diharapkan dapat menjaga kualitas sehingga dapat mempertahankan statusnya sebagai bulletin yang terakreditasi.

Ibarat pohon rindang yang tak berbuah apabila pemikiran hebat dan hasil penelitian kita tidak dikenal sehingga tidak punya manfaat bagi masyarakat. Maka dari itu mari kita berbagi dan memberi manfaat melalui buletin kita tercinta ini. Terima kasih kepada para kontributor yang setia menjaga bulletin ini tetap eksis dan kami tunggu yang lainnya.

Selamat menikmati dan salam hangat selalu dari kami.

Dewan Redaksi

### Penasihat

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

### Penanggungjawab

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

### Redaktur

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

### Editor

Ir. Bambang Pardiarto  
Ir. Kusdarto  
Ir. Deddy Amarullah  
Ir. Rahardjo Hutamadi  
Ir. Kasbani, M.Sc

### Desain Grafis dan Fotografer

Candra  
Dani Swastika, ST

### Sekretariat

Dra. Euis Soja Suciati  
Wiwi Resmiasih, SH  
Yedi Heryadi  
Drs. Aman Tarman  
Lili  
Sarkoni

### Mitra Bestari Edisi ini

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

### DAFTAR ISI

#### MAKALAH ILMIAH

- 51 - 58      **ASPEK GEOLOGI DIDALAM PENYUSUNAN WILAYAH USAHA PERTAMBANGAN MINERAL LOGAM**  
Oleh : Ernowo dan Bambang Pardiarto
- 59 - 70      **PELUANG BIJIH BESI DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN KOMODITAS MINERAL STRATEGIS NASIONAL**  
Oleh : Bambang Pardiarto
- 71 - 80      **FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KANDUNGAN GAS METANA BATUBARA PADA LAPISAN BATUBARA B DAN C YANG DITEMBUS PEMBORAN DI LOKASI AD-01 DAERAH OMBILIN, KOTA SAWAHLUNTO, PROVINSI SUMATERA BARAT**  
Oleh : Sigit Arso W., David P. Simatupang dan Robert L. Tobing
- 81 - 96      **DISTRIBUSI MINERALOGI PASIR BESI PADA JALUR PANTAI SELATAN KEBUMEN – KUTOARJO**  
Oleh : Chusni ANSORI<sup>1)</sup>, SUDARSONO<sup>2)</sup>, SAEFUDIN<sup>3)</sup>
- 97 - 110     **STRATIGRAFI DAN KETERDAPATAN BATUBARA PADA FORMASI LATI DI DAERAH BERAU, KALIMANTAN TIMUR**  
Oleh : Sigit Maryanto

#### SARI MAKALAH

#### TOKOH

Oleh : Penny Oktaviany

#### KAMUS

Oleh : Penny Oktaviany

#### PEDOMAN PENULISAN KARYA ILMIAH

Oleh : Redaksi

## ASPEK GEOLOGI DIDALAM PENYUSUNAN WILAYAH USAHA PERTAMBANGAN MINERAL LOGAM

Oleh:

**Ernowo dan Bambang Pardiarto**

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

### SARI

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara mengamanatkan kepada pemerintah untuk menetapkan Wilayah Pertambangan (WP) sebagai bagian dari Tata Ruang Nasional. Wilayah yang bisa diterbitkan perizinannya ditetapkan oleh pemerintah terlebih dahulu berupa WUP untuk kemudian dilakukan pelelangan kepada para pelaku usaha pertambangan dalam bentuk Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP).

Beberapa kriteria Wilayah Usaha Pertambangan (WUP) mineral logam yang berkaitan dengan geologi sebagaimana ditetapkan didalam Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan adalah memiliki formasi batuan pembawa mineral logam, memiliki singkapan geologi untuk mineral logam, memiliki potensi sumber daya mineral dan memiliki satu atau lebih jenis mineral termasuk mineral ikutannya. Penyusunan WUP tidak bisa dipisahkan dengan Wilayah Pencadangan Negara (WPN) dimana memiliki kesamaan didalam kriteria-kriteria geologi.

Penerapan konsep geologi dan keterdapatan mineral sangat diperlukan didalam penyusunan WUP/WPN dimana disusun berdasar data yang sifatnya masih umum (regional) berupa litologi, stratigrafi dan struktur geologi. Keterkaitan WIUP yang akan dilelang dengan tahapan kegiatan eksplorasi tergantung dari tingkat penyelidikan didalam penyediaan data tersebut.

**Kata Kunci;** WUP, WPN, geologi

### ABSTRACT

*Law no 4/ 2009 regarding Mineral and Coal Mining mandates the government to set a mining zone (WP) as part of the National Land Use. Areas that may be issued permissions set by the government as WUP then conducted the auction to the mining investors as Mining Permits Area (WIUP).*

*Some criteria of WUP associated with the geosciences as stipulated in Government Regulation no. 22/ 2010 regarding WP are mineral hosted formations, has a geologic outcrop to metallic minerals, have the potential mineral resources and has one or more minerals. WUP formation can not be separated with national resource area (WPN) which have the same criteria in the geosciences.*

*Application of the geology and mineralization concept in the preparation of the WUP / WPN where by compiling general data of lithology, stratigraphy and structural geology. WIUP in terms of phases of exploration depends on the level of investigation in the provision of such data.*

**Keywords:** WUP, WPN, geology.

### PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah didalam pengelolaan sumberdaya mineral saat ini mengacu kepada Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (UU Minerba). UU Minerba tersebut mengamanatkan kepada

pemerintah untuk menetapkan Wilayah Pertambangan (WP) sebagai bagian dari Tata Ruang Nasional. Wilayah Pertambangan terdiri dari Wilayah Usaha Pertambangan (WUP), Wilayah Pencadangan Negara (WPN) dan Wilayah

Pertambangan Rakyat (WPR).

Di dalam peraturan perundang-undangan sebelumnya izin kegiatan eksplorasi diterbitkan berdasar pengajuan lokasi oleh pemohon. Saat ini wilayah yang bisa diterbitkan perizinannya ditetapkan oleh pemerintah terlebih dahulu berupa WUP untuk kemudian dilakukan pelelangan kepada para pelaku usaha pertambangan dalam bentuk Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) untuk komoditi mineral logam dan/atau batubara. Sehingga pemerintah dituntut untuk menyediakan wilayah yang layak ditawarkan kepada pelaku usaha pertambangan untuk dilakukan kegiatan eksplorasi.

Tulisan ini memuat pemahaman penulis mengenai peraturan yang ada serta mencoba mengaplikasikan konsep konsep geologi dan mineralisasi didalam penentuan WUP untuk komoditi mineral logam dengan tujuan memberikan masukan didalam penyusunannya.

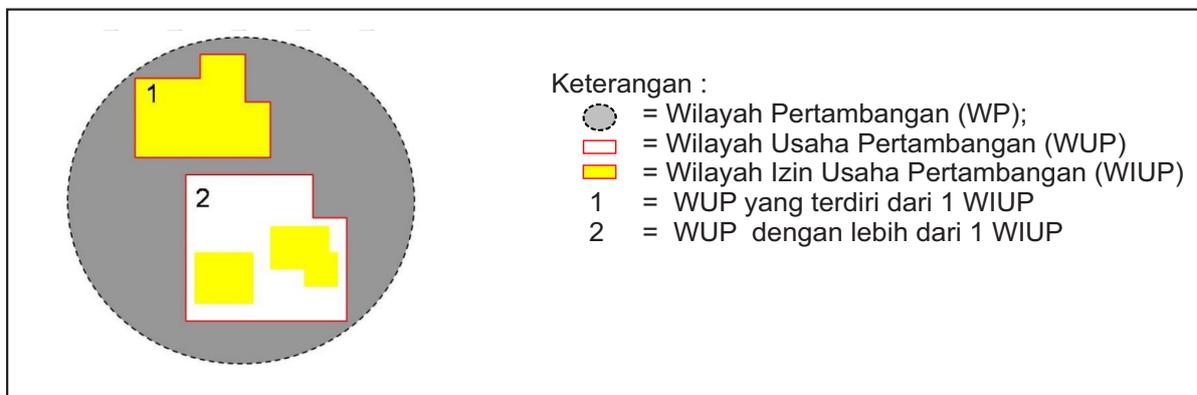
**WILAYAH USAHA PERTAMBANGAN**

Didalam UU Minerba disebutkan bahwa WUP merupakan bagian dari WP yang memiliki ketersediaan data, potensi dan/atau informasi geologi. Satu WUP terdiri atas satu atau beberapa (WIUP) yang berada pada lintas wilayah provinsi, lintas wilayah kabupaten/kota, dan/atau dalam satu wilayah kabupaten/kota. Luas WIUP mineral logam paling sedikit 5.000 hektar dan paling banyak 100.000 hektar. Peraturan Pemerintah no 23 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara menyebutkan bahwasanya WIUP mineral

logam atau batubara dapat diperoleh dengan cara lelang. Sebagai dasar untuk melaksanakan kegiatan eksplorasi maka didalam WIUP yang sudah dilakukan pelelangan tersebut diterbitkan Ijin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi (Gambar 1).

Mengacu kepada Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan pasal 20, kriteria didalam penyusunan WUP komoditi mineral logam adalah : memiliki formasi batuan pembawa mineral logam termasuk wilayah lepas pantai berdasarkan peta geologi, memiliki singkapan geologi untuk mineral logam, memiliki potensi sumber daya mineral, memiliki satu atau lebih jenis mineral termasuk mineral ikutannya, tidak tumpang tindih dengan WPR dan/atau WPN, merupakan wilayah yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan pertambangan secara berkelanjutan dan merupakan kawasan peruntukan pertambangan sesuai dengan rencana tata ruang.

Penyusunan WUP tidak bisa dipisahkan dengan WPN dimana memiliki kesamaan didalam kriterianya sesuai PP. No 22 Tahun 2010 pasal 29 yaitu; memiliki formasi batuan pembawa mineral logam termasuk wilayah lepas pantai berdasarkan peta geologi, memiliki singkapan geologi untuk mineral logam berdasar data/peta geologi, memiliki potensi/cadangan mineral logam ditambah kriteria untuk keperluan konservasi komoditas tambang, berada pada wilayah dan/atau pulau yang berbatasan dengan negara lain, merupakan wilayah yang dilindungi; dan/atau berada pada pulau kecil dengan luas maksimal 2.000 km<sup>2</sup> sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-



**Gambar 1.** Skema hubungan antara WP, WUP dan WIUP.

undangan.

Sesuai dengan PP No 22 tahun 2010 pasal 5, data yang dipergunakan didalam penyusunan WUP/WPN merupakan data yang diinventarisasi pemerintah hasil penyelidikan oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah maupun perusahaan yang berupa data geologi hasil evaluasi dari kegiatan pertambangan yang sedang berlangsung, telah berakhir, dan/atau telah dikembalikan kepada menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya.

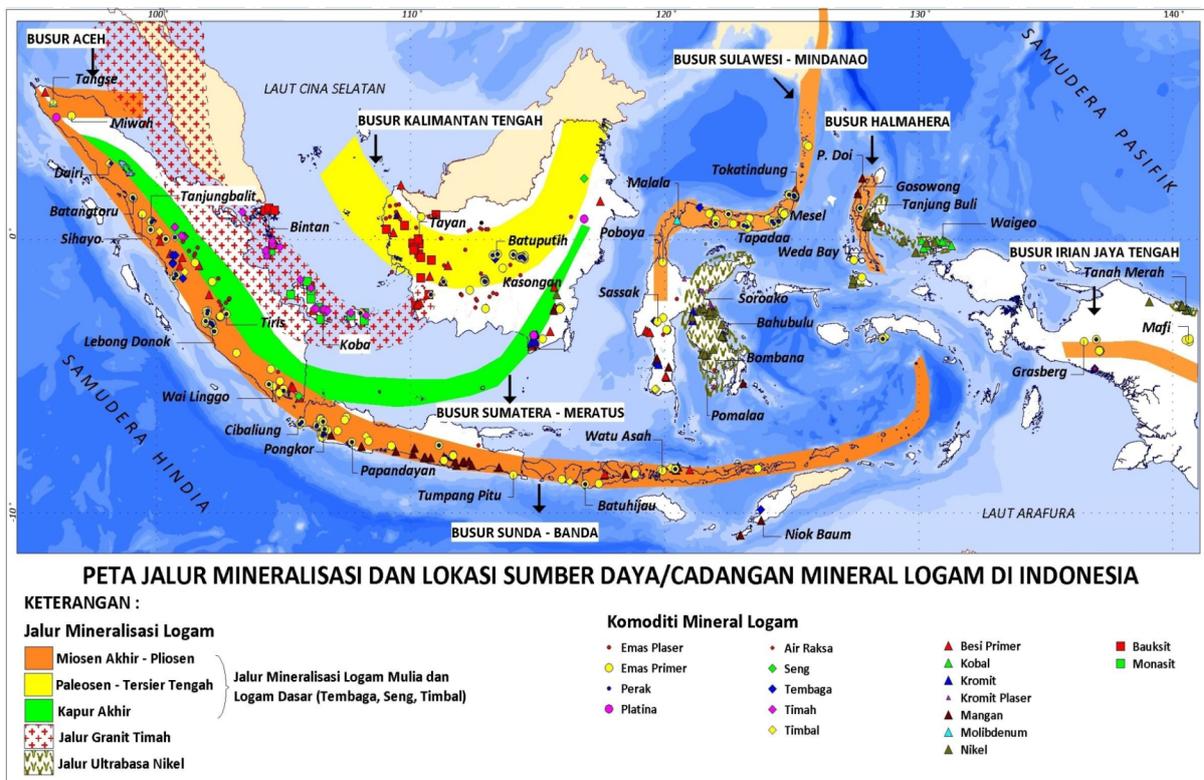
**GEOLOGI DAN KETERDAPATAN MINERAL LOGAM DI INDONESIA**

Busur Kepulauan Indonesia yang terletak diantara dua Paparan Benua Asia dan Australia sudah sejak lama menjadi perhatian para ahli geologi dan pertambangan. Hal yang menarik dari keadaan geologi Indonesia yaitu terdapatnya zona jalur magmatik berumur Permo-Karbon hingga Tersier yang menempati kepulauan Indonesia bagian

barat dan adanya jalur gunungapi serta palung-palung laut dalam yang membujur dari bagian barat Sumatera, bagian selatan Jawa, Nusa Tenggara, Maluku, Sulawesi dan berlanjut ke Filipina. Secara regional Indonesia terletak pada daerah tumbukan tiga lempeng besar , yakni Lempeng Benua Eurasia, Lempeng Benua India-Australia dan Lempeng Samudra Pasifik yang mengakibatkan kondisi struktur geologi yang kompleks dan kandungan variasi energi dan mineral seperti : minyak dan gasbumi, batubara, gambut, panas bumi, tembaga, emas, nikel, timah serta mineral-mineral lainnya.

Cebakan mineral logam di Indonesia yang meliputi emas, perak, tembaga, seng, timbal, timah, besi, nikel, mangan, aluminium, dll., terletak pada jalur magmatik pembawa mineralisasi seperti Jalur Sunda-Banda, Jalur Kalimantan-Tengah, Jalur Sulawesi Timur-Mindanao, Jalur Halmahera dan Jalur Irian Jaya Tengah (Gambar 2).

Secara keseluruhan terdapat 15 jalur magmatik yang terbentuk di sepanjang kepulauan Indonesia dengan panjang



**Gambar 2.** Peta jalur mineralisasi dan lokasi mineral logam (Modifikasi Carlile, J.C and Mitchell, A.H.G. 1994)

mencapai lebih dari 15.000 km (Carlile dan Mitchell, 1994). Selain membentuk jalur magmatik proses tektonik memunculkan batuan kerak samudera berkomposisi ultrabasa di beberapa tempat di bagian timur Indonesia. Jalur magmatik pembawa mineralisasi logam tersebut secara geologi dibentuk oleh aneka ragam batuan yang terdiri dari umumnya batuan gunungapi, terobosan batuan beku, batuan sedimen dan sebagian kecil batuan ofiolit. Keragaman komoditi dan tipe mineralisasi logam dipengaruhi formasi atau jenis batuan baik batuan pembawa maupun batuan sampling. Guilbert & Park (1986) membuat klasifikasi keterdapatan jenis mineralisasi berdasarkan asosiasi batuan yang diantaranya meliputi batuan beku, batuan vulkanik, batuan sedimen, kerak benua dan batuan metamorf.

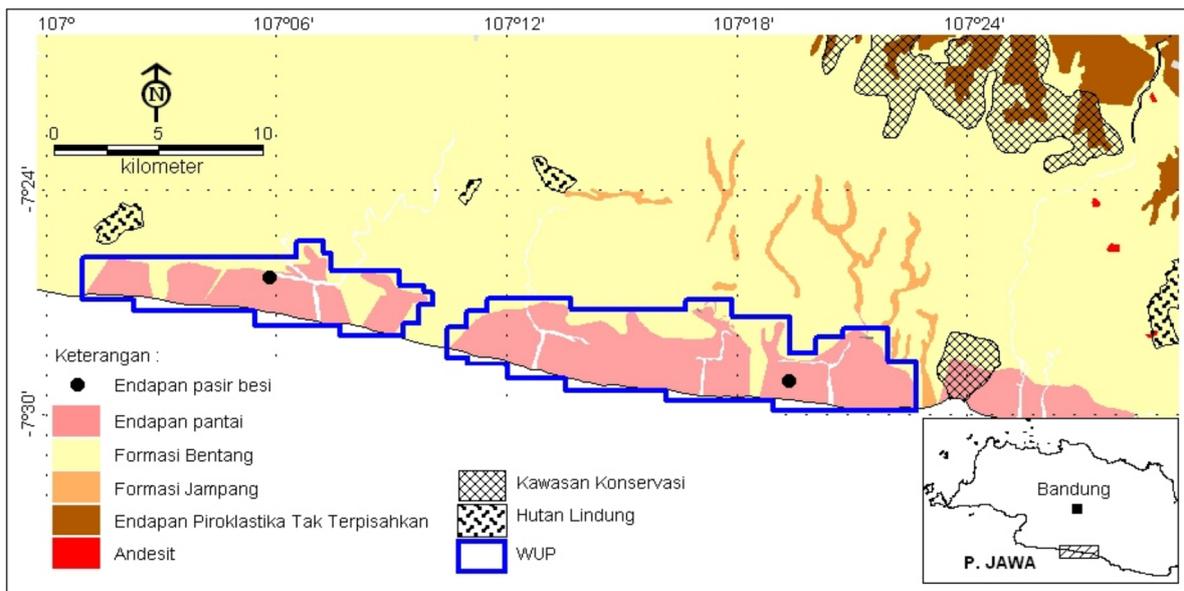
**PEMBAHASAN**

Peran geologi didalam penyusunan WUP/WPN adalah menerapkan konsep pembentukan dan pengendapan mineral dengan data-data geologi yang merupakan kriteria WUP. Data yang dipakai berupa Peta Geologi lembar Sindangbarang dan Bandarwaru skala 1 : 250.000 (M. Koesmono, Kusnama & N. Suwarna, 1996) terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi yang merupakan

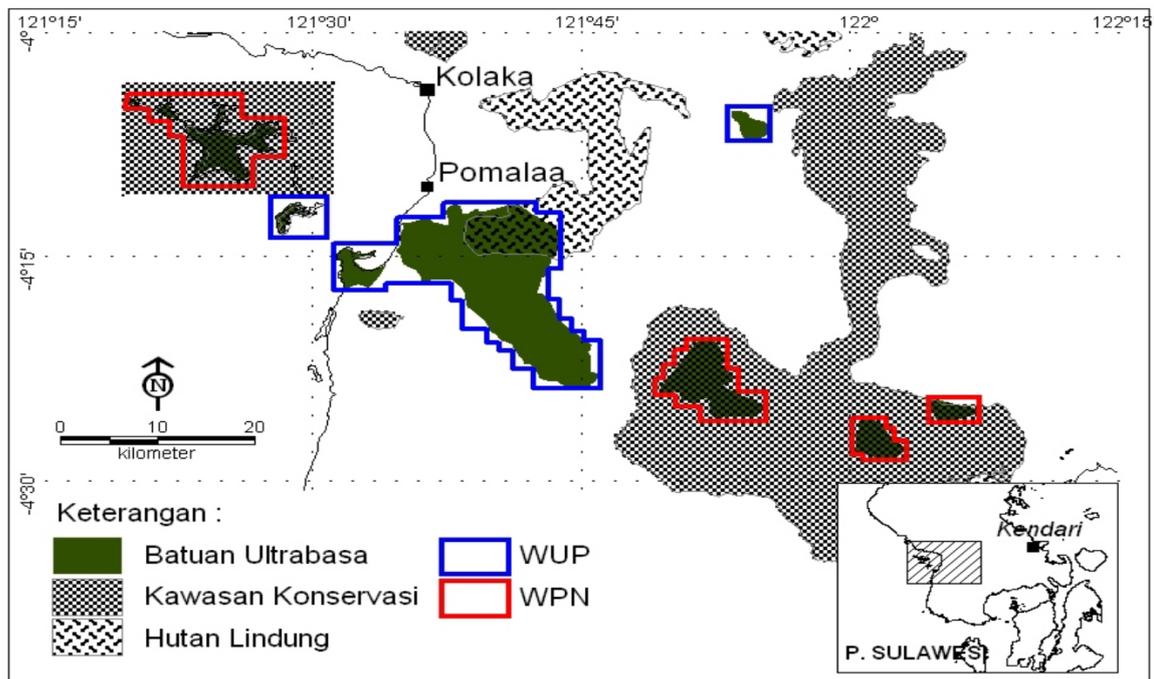
data geologi regional bersistem ditunjang dengan data keterdapatan mineral logam baik indikasi maupun sumberdaya. Berdasarkan beberapa kriteria geologi meliputi stratigrafi, litologi dan struktur geologi dapat dideliniasi WUP/WPN.

**STRATIGRAFI**

Jika mineral logam diketahui terbentuk didalam litologi tertentu atau dengan kata lain pada horizon stratigrafi, maka langkah pertama untuk menentukan lokasi prospek adalah menentukan indikasi permukaan dan memperluas pada horizon yang sama. Contoh endapan mineral yang dipengaruhi kondisi stratigrafi adalah pasir besi (Gambar 3) dan endapan-endapan tipe placer lainnya. Endapan pantai di selatan Jawa Barat terindikasi memiliki kandungan pasir besi pada beberapa lokasi. Endapan tersebut merupakan akumulasi hasil transport oleh sungai-sungai yang membawa rombakan material-material mengandung bijih besi dari batuan-batuan gunungapi di bagian utara baik Formasi Jampang maupun endapan piroklastika tak terpisahkan yang memiliki komposisi andesitik. Penyebaran endapan pantai tersebut atas dasar kesamaan stratigrafi dan indikasi keterdapatan pasir besi diusulkan sebagai blok WUP.



**Gambar 3.** WUP pasir besi didukung kriteria stratigrafi (Geologi modifikasi dari Koesmono, 1996)



**Gambar 4.** WUP dan WPN nikel ditentukan oleh litologi ultrabasa (Geologi modifikasi dari Simanjuntak dkk, 1993)

**LITOLOGI**

Jenis litologi yang bisa langsung diusulkan untuk WUP/WPN salah satunya adalah batuan ultrabasa (Gambar 4). Endapan mineral yang pada batuan ultrabasa adalah nikel dengan mineral penyerta berupa kobalt, kromit dan besi. Hal ini terjadi karena ada proses pelapukan pada batuan ultrabasa. Pelapukan akan memencarkan satu atau beberapa unsur sehingga terjadi pengayaan unsur-unsur tersebut (Guilbert & Park, 1986). Endapan ini dikenal sebagai nikel laterit. Usulan blok WUP dideliniasi pada daerah yang berimpit dengan hutan lindung, sedangkan WPN yang berimpit dengan kawasan konservasi.

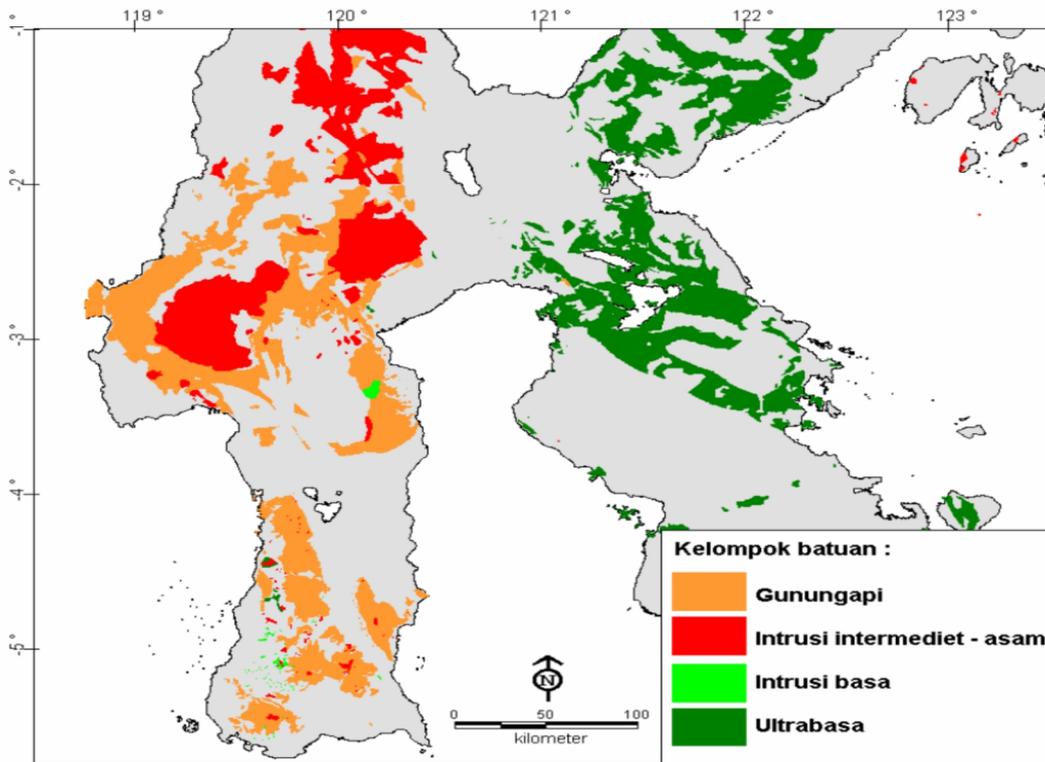
Beberapa contoh jenis litologi lain (Gambar 5) yang memiliki sifat akomodatif terhadap proses mineralisasi selain batuan ultrabasa di daerah Sulawesi bagian selatan adalah batuan gunungapi, batuan terobosan intermediet-asam dan batuan terobosan basa. Cebakan tipe epitermal dan cebakan tipe kuroko dapat terbentuk pada batuan gunung api, cebakan logam dasar tipe porfiri pada batuan intrusi intermediet-asam dan

cebakan kromit-platinum pada intrusi batuan ultrabasa (Guilbert&Park, 1986)

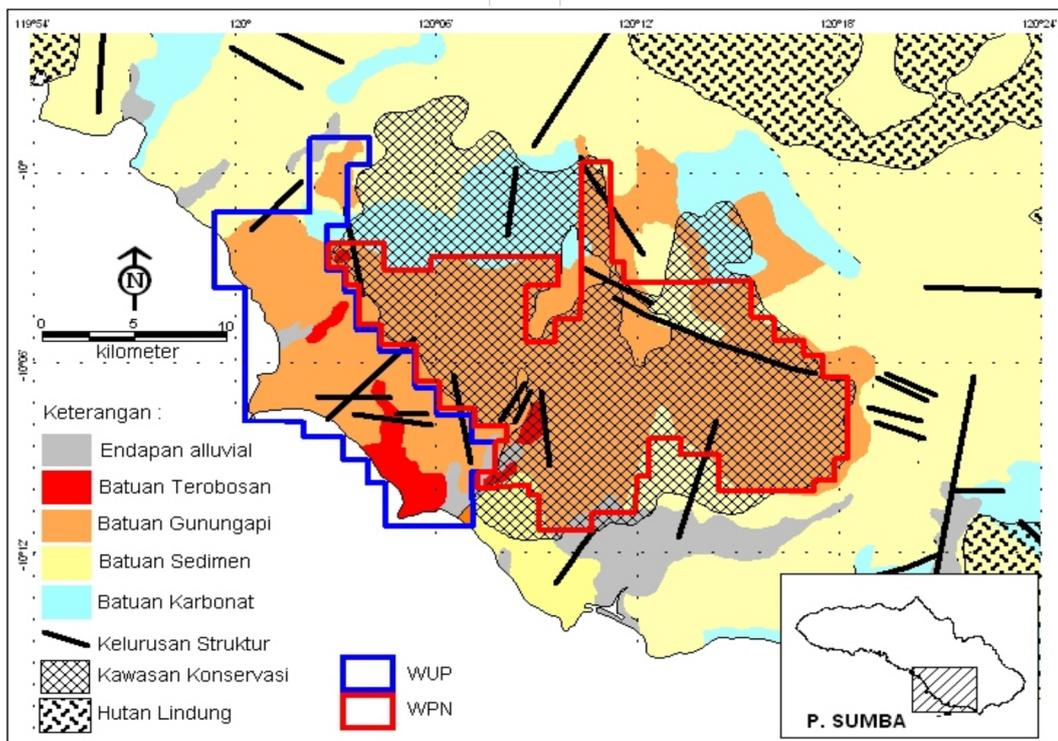
**STRUKTUR GEOLOGI**

Struktur geologi merupakan faktor pengontrol didalam proses mineralisasi logam. Beberapa cebakan mineral terbentuk pada daerah yang diterobos oleh batuan intrusi. Struktur yang terbentuk sebelum mineralisasi merupakan struktur terpenting karena berfungsi sebagai saluran larutan bijih dan bisa terbentuk mineral. Sedangkan struktur yang terbentuk setelah mineralisasi akan merubah geometri mineral bijih.

Kombinasi antara stratigrafi, litologi dan struktur geologi menjadi faktor penting didalam pembentukan mineralisasi. Sedangkan daerah prospek ditentukan oleh adanya batuan samping yang memiliki komposisi material gunungapi dengan struktur geologi berupa sesar yang relatif intensif dan diterobos oleh batuan beku sebagai pembawa larutan hidrotermal. Kondisi daerah seperti ini memiliki peluang akan terbentuknya cebakan logam primer. Sehingga daerah tersebut dimasukkan kedalam WUP, sementara yang didalam

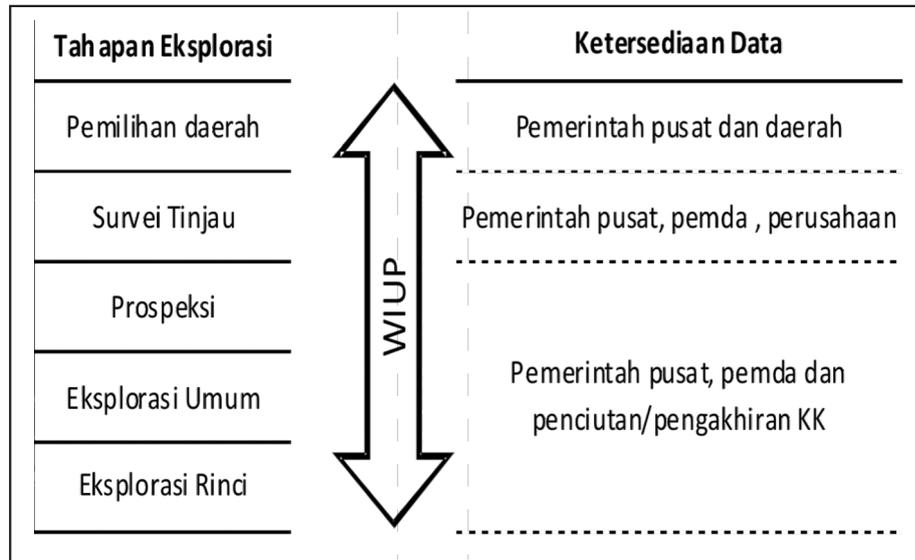


**Gambar 5.** Kelompok batuan di Sulawesi bagian selatan sebagai pembawa mineral logam (Modifikasi dari berbagai peta geologi daerah Sulawesi bagian selatan terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi)



**Gambar 6.** Tampilan peta WUP dan WPN mineral logam yang dikontrol oleh faktor stratigrafi, litologi dan struktur geologi. (Geologi modifikasi dari Affendi & Apandi, 1993)

Tabel Hubungan tahapan eksplorasi, WIUP dan ketersediaan data



Apabila dikaitkan dengan tahapan kegiatan eksplorasi maka WIUP yang akan dilelang bisa berada pada semua tahapan tergantung kepada kelengkapan data yang dipakai didalam penyusunannya. (Tabel). Untuk data pemilihan area, survey tinjau dan prospeksi banyak tersedia dari hasil penyelidikan oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah dan perusahaan. Data eksplorasi umum dan eksplorasi rinci selain menggunakan hasil penelitian pemerintah pusat dan daerah, sebagian besar bisa diambil dari data penciutan dan pengakhiran Kontrak Karya.

**KESIMPULAN**

WUP dan WPN disusun berdasar kriteria teknis yang sama, dimana WPN bisa ditetapkan untuk kepentingan strategis nasional sebagai daerah yang dicadangkan untuk komoditas tertentu dan daerah

**DAFTAR PUSTAKA**

Affendi A.C dan Apandi T, 1993, Peta Geologi Lembar Waikabubak dan Waingapu, Sumba, PPPG, Bandung.  
 Carlile, J.C and Mitchell, A.H.G. 1994. Magmatic arcs and associated gold and copper mineralization in Indonesia. *Journal of Geochemical Exploration* 50. Elsevier, hal. 91-142.  
 Djuri & Sudjatmiko, 1974, Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo, PPPG, Bandung.  
 Guilbert, J.M., and Park, C.F., 1986, *The Geology of Ore Deposits*, W.H.Freeman & Company.  
 Koesmono M, Kusnama & N. Suwarna, 1996, Peta Geologi Lembar Sindangbarang dan Bandarwaru, Jawa Barat, PPPG, Bandung.  
 Kuzvart, M dan Bohmer, M, 1986, *Prospecting And Exploration Of Mineral Deposits*, Elsevier.

konservasi untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan lingkungan. Data yang dipergunakan merupakan hasil inventarisasi oleh pemerintah terhadap hasil-hasil penelitian oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah dan perusahaan.

Aplikasi geologi berupa penerapan konsep geologi dan keterdapatan mineral sangat diperlukan didalam penyusunan WUP/WPN dimana disusun berdasar data yang sifatnya masih umum (regional) maupun data-data detail hasil kegiatan eksplorasi baik oleh pemerintah maupun perusahaan.

Keterkaitan WIUP yang ditawarkan untuk dilelang dengan tahapan kegiatan eksplorasi tergantung dari tingkat penyelidikan didalam penyediaan data tersebut. WIUP yang sudah ditetapkan dan dilelang menjadi tugas pemegang IUP untuk menindaklanjuti dengan kegiatan eksplorasi selanjutnya.

- Rab Sukamto, 1982, Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Bagian Barat Watampone, PPPG, Bandung.
- Rab Sukamto & Supriatna S., 1982, Peta Geologi Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, PPPG, Bandung.
- Ratman N, Atmawinata S., 1993, Peta Geologi Lembar Mamuju, PPPG, Bandung.
- Rusmana E, Sukido, Haryono E, Simanjuntak T.O., 1993, Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, PPPG, Bandung.
- Sikumbang N., Sanyoto P., Supandjono J.B., Gafoer S., 1995, Peta Geologi Lembar Buton, PPPG, Bandung.
- Simanjuntak T.O, Surono, Sukidom, 1993, Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, PPPG, Bandung
- Simanjuntak T.O., Surono, Supandjono J.B., 1991, Peta Geologi Lembar Poso, PPPG, Bandung.
- Simandjuntak T.O., Rusmana E, Surono., Supandjono J.B., 2007, Peta Geologi Lembar Malili, PPPG, Bandung.
- Simanjuntak T.O, E. Rusmana, Supandjono J.B., 1993, Peta Geologi Lembar Bungku, PPPG, Bandung.
- Sukido, Sukarna D, Sutisna K., 1993, Peta Geologi Lembar Pasangkayu, PPPG, Bandung.
- Surono, Simanjuntak T.O., Situmorang R.L., Sukido, 1993, Peta Geologi Lembar Batui, PPPG, Bandung.
- Undang Undang No 4 Tahun 1999 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
- Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2010 tentang Wilayah Pertambangan.
- Peraturan Pemerintah No 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara.

Diterima tanggal 11 April 2011 Revisi tanggal 30 Juli 2011
---

## PELUANG BIJIH BESI DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN KOMODITAS MINERAL STRATEGIS NASIONAL

Oleh:

**Bambang Pardiarto**

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

### SARI

Program pemerintah untuk membangun industri baja berbasis bahan baku lokal di Kalimantan Selatan telah dipelopori oleh PT Krakatau Steel bermitra dengan PT Antam (Persero) Tbk yang telah memasuki tahap konstruksi. Selain itu perusahaan ini juga menggandeng Posco untuk mendirikan pabrik baja di Cilegon. Kebutuhan bahan baku berupa bijih besi untuk menopang kedua proyek tersebut sangat besar. Untuk jangka waktu 20 tahun ke depan diperkirakan potensi bijih besi yang ada di Indonesia saat ini tidak akan cukup untuk mensuplai industri baja tersebut. Langkah strategis pemerintah perlu dilakukan agar bijih besi menjadi mineral strategis nasional.

**Kata Kunci :** *Bijih besi, mineral strategis*

### ABSTRACT

*Government program to develop steel industry based on local raw material located in South Kalimantan has been scouted by PT. Krakatau Steel which entered to construction stage. Also the company join to Posco to establish steel industry in Cilegon. The demand of iron ore to support those projects are very large. For the next 20 years the iron ore potential in Indonesia will be not sufficient to supply domestic steel industry. Government strategic policies will be need in order iron ore to become national strategic mineral.*

*Keywords : Iron ore, strategic mineral*

### PENDAHULUAN

Perkembangan permintaan bahan baku bijih besi maupun produknya berupa baja pada negara yang berbasis industri menunjukkan *trend* yang selalu naik. Apalagi dengan kejadian gempa dan tsunami yang melanda Jepang pada bulan Maret 2011, maka permintaan baja dunia juga akan mengalami lonjakan yang signifikan. Hal ini secara langsung akan memberikan dampak yang sangat berarti bagi negara berkembang (Indonesia) terutama dalam kebijakan pengelolaan sumber daya alam khususnya sektor pertambangan pada komoditi bijih besi sebagai salah satu kebutuhan bahan baku industri baja nasional.

Besi merupakan salah satu komoditi logam yang permintaannya selalu meningkat. Pada tahun 2002 produksi bijih

besi mencapai lebih dari 1.000 juta ton, sedangkan produksi baja kasar melebihi 900 juta ton untuk pertama kali. Hal ini merupakan pencerminan dari pertumbuhan tinggi yang tidak dapat diperkirakan dari konsumsi dan produksi baja China sejak awal dekade ini. Pertumbuhan produksi baja China sejak tahun 2000 hampir sama dengan produksi di Amerika. Meskipun China memiliki industri bijih besi yang besar namun produksinya tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan dalam negeri, sehingga negeri ini sangat tergantung dengan impor. Pertumbuhan yang cepat telah menghilangkan berbagai surplus bijih besi dan meningkatkan harga.

**Tabel 1.**  
Perbandingan konsumsi, per kapita/tahun produksi baja nasional dan dunia 2000-2009  
(Worldsteel Association, 2010)

Tahun	Konsumsi Baja Kasar (ribu ton)		Konsumsi Baja Perkapita (Kg)		Produksi Baja (Ribu Ton)	
	Indonesia	Dunia	Indonesia	Dunia	Indonesia	Dunia
2000	5.471	845.105	25,6	149,6	2.848	848.394
2001	5.608	855.356	25,8	149,6	2.781	851.073
2002	5.422	910.986	24,6	157,6	2.461	904.170
2003	5.064	971.876	22,7	166,2	2.042	969.915
2004	6.404	1.060.202	28,3	179,5	3.682	1.071.508
2005	9.084	1.134.208	39,7	190,0	3.675	1.144.136
2006	5.208	1.236.991	22,5	204,8	3.759	1.247.263
2007	6.718	1.316.953	28,6	217,3	4.160	1.346.210
2008	8.707	1.300.722	37,1	214,3	3.915	1.329.123
2009	7.227	1.023.324	30,1	193,3	3.503	1.224.204

### Konsumsi dan produksi Baja

Bijih besi yang merupakan salah satu jenis mineral logam pada saat ini menjadi perhatian karena diperlukan sebagai bahan baku industri baja. Dari tahun ke tahun konsumsi baja dunia mengalami peningkatan yang sangat pesat. Sedangkan konsumsi baja untuk Indonesia sangat berfluktuasi disebabkan antara lain oleh pertumbuhan ekonomi yang kurang stabil. Data dari Worldsteel Association (2010) menunjukkan konsumsi baja dunia sampai dengan tahun 2009 mencapai 1 milyar ton, sedangkan konsumsi baja nasional kita hanya mencapai 7,2 juta ton.

Perkembangan konsumsi baja per kapita pada tingkat dunia dari tahun ke tahun juga mengalami peningkatan, namun secara nasional mengalami fluktuasi. Pada tahun 2009 konsumsi baja per kapita/tahun dunia mencapai 193 kg, sedangkan untuk nasional hanya mencapai 30 kg. Konsumsi

baja Indonesia masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan Malaysia yang sudah mencapai 500 kg. Apalagi jika dibandingkan dengan Korea yang sudah mencapai 1000 kg per kapita/tahun (Firmanti, 2011). Rendahnya konsumsi baja nasional kita merupakan cerminan dari suatu negara berkembang yang belum masuk kategori industrialisasi.

Produksi baja kasar dunia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang sangat berarti. Data produksi tahun 2000 sampai 2009 menunjukkan produksi tendensinya naik terus. Sedangkan produksi baja nasional kita peningkatannya sangat berfluktuasi. Pada tahun 2009 produksi baja tingkat dunia mencapai 1,2 milyar ton, sedangkan produksi nasional mencapai 3,5 juta ton.

Kondisi produksi besi spon (*pig iron*) dan baja kasar (*crude steel*) dunia juga mengalami peningkatan yang berarti, dimana pada tahun 2010 masing-masing sudah mencapai 1 milyar ton dan 1,4 milyar ton (Tabel 1).

Pada tahun 2009 China mengimpor hampir 2/3 bijih besi dari total pengeksport dunia dan telah memproduksi *pig iron* yang mencapai 60 % dari total produksi dunia. Sehingga besarnya konsumsi *pig iron* China ini menjadi faktor primer penentu perkembangan industri bijih besi internasional. Konsumsi baja dunia tahun 2011 diperkirakan sekitar 950 - 1 milyar ton, dimana produksi baja dunia mencapai 1,2 milyar ton (Herlina, 2010) . Kondisi ini diperkirakan akan terjadi surplus baja untuk beberapa saat.

**POTENSI BIJIH BESI**

Sekitar 90% bijih besi dunia berasal dari jenis cebakan besi yang disebut sebagai *cherty Banded Iron Formation/ BIF* ( Guilbert

and Park, 1986). Secara fisik jenis cebakan ini berupa lapisan tipis sedang yang terdiri dari perlapisan besi oksida, besi karbonat atau material besi silika dengan *chert* atau jasper. Genesa cebakan ini merupakan hasil sedimentasi yang berhubungan dengan proses volkanisme bawah laut pada zaman Pra-Kambrium. Oleh karena itu keterdapatn cebakan ini lebih banyak dijumpai pada negara atau daerah yang secara geologi memiliki fisiografi berupa *craton*. Kadar ekonomis dari cebakan BIF menurut literatur berkisar antara 25-35% Fe. Sumber daya besi dunia diperkirakan mencapai 800 milyar ton yang mengandung logam besi mencapai 230 milyar ton (USGS, 2011). Sedangkan cadangan bijih besi diperkirakan sebanyak 180 milyar ton yang mengandung logam besi 87 milyar ton (Tabel 3).

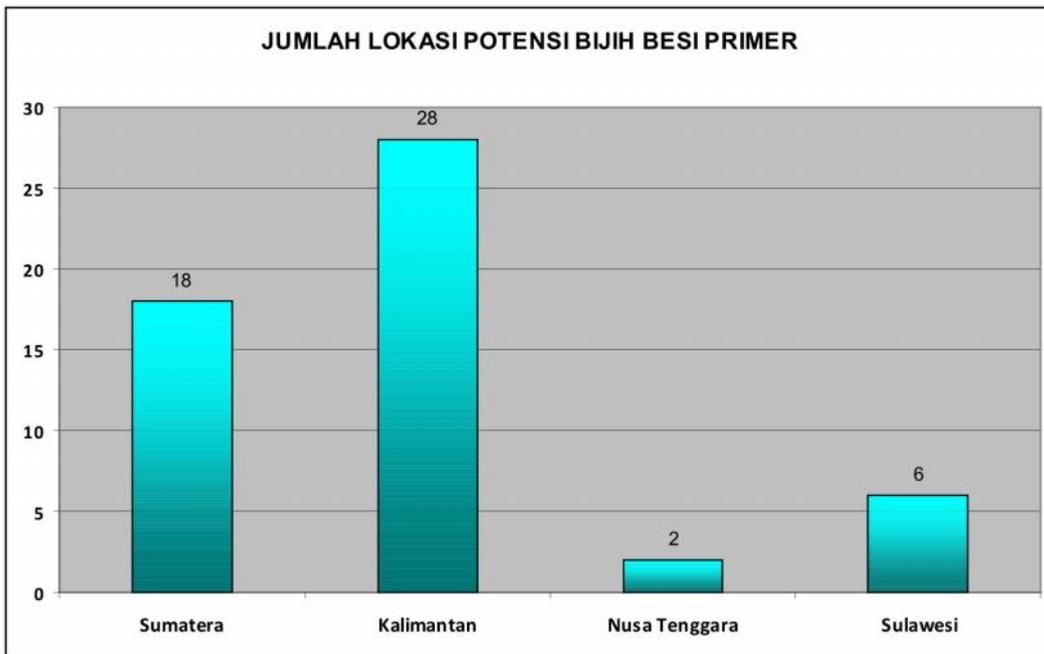
**Tabel 2.**  
Produksi besi spon dan baja kasar dunia 2009-2010 (juta ton)

Negara	Besi spon		Baja kasar	
	2009	2010	2009	2010
Amerika	19,0	29,0	59	90,0
Brazil	35,0	32,0	34	33
China	544	600	568	530
Perancis	8	10	13	16
Jerman	20	29	33	44
India	30	39	57	67
Jepang	86	82	88	110
Republik Korea	30	31	53	56
Rusia	44	47	59	66
Ukraina	26	26	30	31
Inggris	87	7	10	10
Negara lain	85	67	236	250
Total Dunia	935	1000	1240	1400

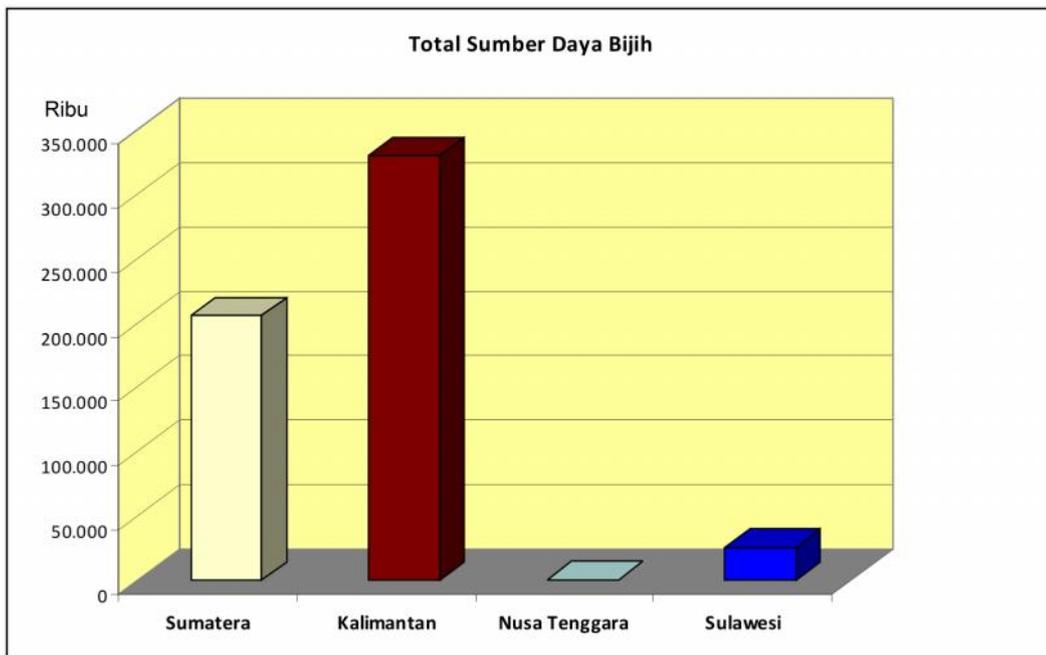
**Tabel 3.** (USGS, Mineral.com.Summaries, Jan. 2011)  
Potensi bijih besi dunia (juta ton)

Negara	Produksi tambang		Cadangan	
	2009	2010	Bijih	Logam
Amerika	27	49	6900	2100
Australia	394	420	24000	15000
Brasil	300	370	29000	16000
Kanada	32	35	6300	2300
China	880	900	23000	7200
India	245	260	7000	4500
Iran	33	33	2500	1400
Kazakhstan	22	22	8300	3300
Mauritania	10	11	1100	700
Meksiko	12	12	700	400
Rusia	92	100	25000	14000
Afrika Selatan	55	55	1000	650
Swedia	18	25	3500	2200
Ukraina	66	72	30000	9000
Venezuela	15	16	4000	2400
Negara lain	43	50	11000	6200
Total Dunia	2240	2400	180000	87000

(USGS, Mineral.com.Summaries, Jan. 2011)



Gambar 1. Diagram jumlah lokasi sumberdaya bijih besi di Indonesia (PSDG, 2010)



Gambar 2. Diagram total sumberdaya bijih besi Pulau Sumatera, Pulau Kalimantan, Kepulauan Nusa Tenggara dan Pulau Sulawesi ( PSDG, 2010)

Secara geologi wilayah Indonesia hanya merupakan busur magmatis dan tentunya hanya sedikit mempunyai potensi cebakan besi tipe *Banded Iron Formation* (BIF). Sejauh ini telah ditemukan indikasi

terdapatnya cebakan besi tipe BIF di Kabupaten Tanggamus, Lampung (Subandrio, 2006). Namun demikian belum dilakukan evaluasi potensi sumberdaya cebakan bijih besi ini.

**Tabel 4 :**  
Potensi bijih besi di Indonesia

Jenis Cebakan Bijih	Sumber daya (ton)		Cadangan (ton)	
	Bijih	Logam	Bijih	Logam
Besi Primer	557.185.779	309.516.579	29.884.494	18.824.146
Besi Laterit	1.462.374.969	591.836.571	106.030.000	24.178.655
Besi Sedimen	18.002.186	11.496.162		
Pasir Besi	1.647.778.892	148.854.726	4.732.000	2.417.961

(Tim Neraca, PSDG, 2010)

Walaupun demikian, adanya kenaikan permintaan bijih besi dan kenaikan harga baja yang tinggi di pasaran dunia akan membuka peluang untuk eksploitasi endapan bijih besi Indonesia yang bersekala kecil paling tidak untuk memasok kebutuhan bahan baku industri baja dalam negeri.

Pulau Kalimantan dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya di Indonesia mempunyai potensi bijih besi yang paling banyak, baik dari jumlah lokasinya maupun sumber daya dan/atau cadangannya. Berdasarkan data neraca sumber daya mineral tahun 2010, terdapat 28 lokasi potensi bijih besi primer di Pulau Kalimantan dengan total sumberdaya 330 juta ton (Gambar 1 dan 2).

Potensi bijih besi di Indonesia dijumpai dalam 4 (empat) jenis cebakan yaitu besi primer, laterit besi, besi sedimen dan pasir besi. Sumber daya dan cadangan dari masing-masing jenis cebakan tersebut tahun 2010 tercatat sebagai berikut (Tabel 4):

#### **KONDISI INDUSTRI BESI BAJA DALAM NEGERI**

PT. Krakatau Steel sebagai satu-satunya pabrik baja terintegrasi di Indonesia sejak tahun 1989 memproduksi besi spon (*Pig Iron*) sebagai bahan baku pembuatan baja kasar (*Crude Steel*). Teknologi yang digunakan bersifat konvensional yaitu *Direct Reduction Process* yang menggunakan bahan baku besi pelet dan bahan *reduction gas* alam. Kapasitas produksi besi spon saat ini adalah 2,3 juta ton/tahun dan memerlukan

sebanyak 4,5 juta ton magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dalam bentuk besi pelet yang seluruhnya diimport dari Swedia dan Brasil. Sedangkan kapasitas produksi baja kasar (*Crude steel*) nasional adalah 6,5 juta ton/tahun yang memerlukan bahan baku sebanyak 8 juta ton/tahun dalam bentuk besi spon dan *scrap* baja (Deperind, 2006).

Namun demikian permasalahan yang dihadapi oleh PT. Krakatau Steel adalah tidak adanya pasokan bahan baku dari dalam negeri yang menyebabkan ketergantungan pada pasokan dari luar negeri. Pemerintah mempunyai program yang disebut pengembangan *Iron Making Plant*. Masih tingginya angka import baja untuk kebutuhan nasional maka akan menjadikan keuntungan bagi pengembangan *Iron Making Plant* yang menggunakan teknologi konvensional yaitu antara lain:

- Untuk mengurangi ketergantungan bahan baku *steel making* dari luar negeri
- Kegiatan *iron making plant* di Indonesia masih kurang
- Mengurangi ketergantungan terhadap *scrap* dan HBI impor yang harganya berfluktuasi
- Peluang pemanfaatan bahan baku dalam negeri
- SDM untuk *iron making plant* khususnya *direct reduction* sudah siap.

Namun demikian terdapat beberapa kendala pengembangan *iron making plant* di

Indonesia antara lain :

- Biaya investasi besar dengan *return* kecil
- Tersedianya *semifinished product (slab/billet)* pada pasar dunia sehingga produsen dapat memilih berkonsentrasi pada proses *steel-rolling*
- Untuk teknologi yang sudah *proven* bahan baku yang digunakan masih impor( kualitas dan kuantitas bijih besi lokal tidak memenuhi syarat)

Saat ini kondisi pasar baja dunia bergairah yang dipicu oleh permintaan pasar yang besar terutama dari negara besar seperti China dan India yang memicu semakin tingginya harga baja di pasar dunia. Selain itu dipicu oleh kondisi pasca gempa dan tsunami di Jepang pada bulan Maret 2011, maka akan semakin meningkatkan konsumsi baja untuk keperluan terutama pembangunan infrastruktur. Sementara itu di dalam negeri beberapa industri baja hilir menghadapi tekanan akibat tingginya harga baja dunia tersebut

Sebagai gambaran, berdasarkan data Depperin, selama 2006 total produksi baja hulu nasional (*iron making*) hanya tercatat 2,5 juta ton dibandingkan kebutuhan ideal yang mencapai 6 juta ton. Sementara itu, total kapasitas produksi baja hilir pada tahun yang sama mencapai 24,4 juta. Saat ini industri yang memanfaatkan produk baja hilir semakin banyak seperti industri otomotif, industri galangan kapal, industri elektronik dan industri konstruksi. Namun akibat keterbatasan kapasitas produksi dan juga keterbatasan di bidang teknologi yang dimiliki produsen baja dalam negeri, maka kalangan konsumen industri seperti otomotif dan elektronik lebih memilih mengimpor bahan baku untuk kebutuhan produksinya.

Kondisi ini tidak diantisipasi oleh investor lokal yang hanya mencari keuntungan sesaat yaitu dengan mengeksploitasi bijih besi dan mengekspornya langsung ke luar negeri. Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara telah mengamankan pemegang izin usaha pertambangan (IUP) dan izin usaha pertambangan khusus (IUPK) Operasi Produksi wajib melakukan pengolahan dan pemurnian hasil penambangan di dalam negeri. Namun masa transisi saat ini justru dimanfaatkan untuk melakukan eksploitasi

sebanyak-banyaknya tanpa mempersiapkan pendirian pabrik pengolahan di dalam negeri.

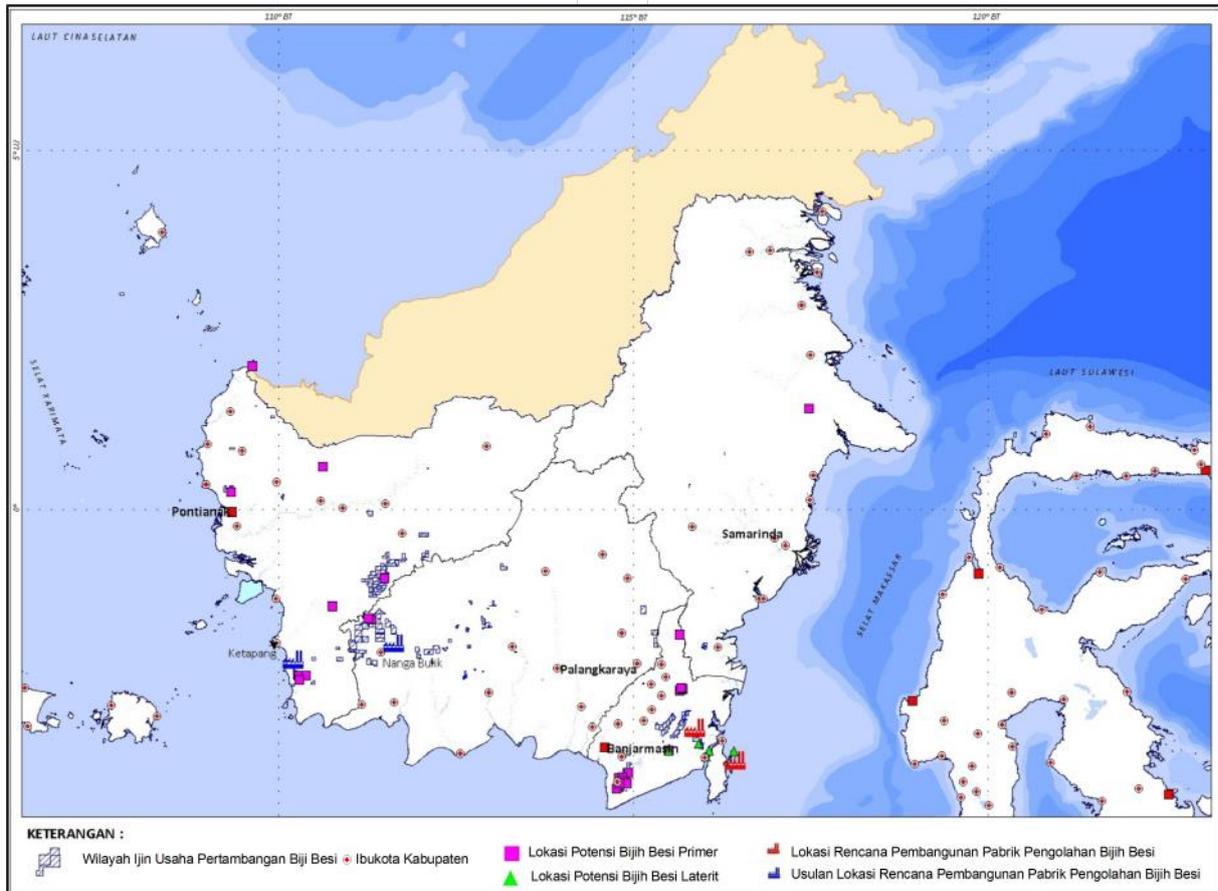
Beberapa investor telah merencanakan pembangunan pabrik pengolahan bijih besi. Perusahaan tambang bijih besi PT Sebuku Iron Lateritic Ores (SILO) Tbk di Pulau Sebuku, Kotabaru, Kalimantan Selatan akan membangun pabrik pengolahan bijih besi. Selain itu PT Krakatau Steel dan PT ANTAM Tbk bekerjasama merencanakan pembangunan pabrik pengolahan bijih besi dengan nama PT Meratus Jaya Iron & Steel (MJIS) di Kabupaten Tanah Bumbu. Sejauh ini PT MJIS yang sudah melaksanakan kegiatan konstruksinya.

Dengan adanya pembangunan pabrik besi di Pulau Kalimantan maka aspek transportasi dari lokasi tambang yang tersebar di wilayah ini menjadi keuntungan tersendiri bagi industri hilir. Di satu sisi keberadaan rencana pabrik tersebut masih terpusat di wilayah Provinsi Kalimantan Selatan sedangkan disisi lain potensi bijih besi juga tersebar di wilayah Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat. Oleh karena itu di kedua wilayah tersebut perlu juga dibangun pabrik pengolahan bijih besi (Gambar 3). Keunggulan lokasi maupun sumber daya ini menjadi daya tarik investor untuk mengusahakannya terutama bila dikaitkan dengan keharusan melakukan pengolahan bijih di dalam negeri.

Selain masalah kurangnya pasokan dari industri hulu, masalah tingginya harga baja di pasar dunia juga sangat berpengaruh terhadap perkembangan industri baja di dalam negeri. Seperti diketahui pada tahun 2010 harga HRC di pasar dunia sudah mencapai US\$ 1.050 per ton per April dari sebelumnya pada Januari masih sekitar US\$ 710 per ton. Tingginya harga baja dunia ini disebabkan oleh mahalnya harga bahan baku berupa bijih besi dan kenaikan harga minyak dunia.

Melonjaknya harga baja dunia mempengaruhi sejumlah industri hilir baja domestik seperti pabrik seng baja (baja lapis seng) yang terpaksa mengurangi produksi hingga 50% dan pipa baja yang tidak mampu mengimbangi kenaikan harga bahan baku dengan harga jual produk akhir.

Pada hal konsumen yang menggunakan baja seperti industri konstruksi, industri otomotif dan elektronik



**Gambar 3.** Peta Sebaran wilayah IUP, Potensi dan Rencana Lokasi Pembangunan Pabrik Pengolahan Bijih Besi ( PSDG, 2010)

masih terus berkembang. Saat ini terlihat kecenderungan pemakaian besi baja yang lebih besar pada pembangunan properti termasuk apartemen, bangunan komersial dan perumahan karena makin mahalnya harga kayu yang pasokannya semakin langka. Permintaan dari sektor otomotif juga meningkat. Produksi mobil meningkat menjadi 325 ribu unit pada 2007 dari tahun sebelumnya 296 ribu unit.

Kegairahan dari industri baja dunia ternyata membawa *issue* lain yaitu kecenderungan investor asing mengincar pabrik baja di dalam negeri dengan cara akuisisi. Potensi pasar dunia yang saat ini bergairah menyebabkan nilai industri baja semakin tinggi terutama bagi pemain baja dunia yang terintegrasi sehingga bagi mereka tidak ada masalah pasokan bahan baku baja karena dapat dipenuhi dari lingkungan mereka sendiri. Dampak langsung dari kondisi ini adalah terbentuknya kerjasama antara PT. KS dengan Posco (Pohang Steel Corporation) dari

Korea untuk membangun pabrik baja di Cilegon dengan kapasitas produksi 6 juta ton/tahun.

### EVALUASI

Pasokan bahan baku industri besi dan baja sangatlah terbatas. Masalah ini tidak saja dirasakan oleh industri nasional melainkan juga dirasakan oleh industri tingkat dunia. Hal ini terjadi antara lain karena kapasitas produksi yang ada belum mampu mengimbangi kebutuhan yang ada. Pasokan bijih besi di pasar dunia nampaknya sudah banyak terserap oleh China. Untuk hal tersebut terdapat empat perusahaan peleburan baja asal China yang melakukan kontrak dengan pemasok bijih besi dari Australia dengan nilai kontrak mencapai US\$ 9 juta untuk waktu 25 tahun. Ini berarti China akan mendatangkan lebih dari 12 juta ton bijih besi per tahun dari Australia. Prediksi kondisi bijih besi dunia untuk lima tahun kedepan

**Tabel 5.**  
Perkiraan demand dan suplai bijih besi dunia.

	Satuan	2011e	2012e	2013e	2014e	2015e
Total <i>demand</i>	Juta ton	1.085	1.155	1.196	1.276	1.321
Pertumbuhan	%	6,6	6,4	3,5	6,7	3,5
Total suplai	Juta ton	1.079	1.158	1.252	1.383	1.488
Defisit/surplus	Juta ton	- 6,3	3,0	56,5	106,9	167,5

menurut UBS *Investment Research* (2010), perkiraan pada tahun 2011 industri baja dunia akan mengalami defisit pasokan bijih besi yang cukup signifikan yaitu sekitar 6,3 juta ton. Namun pada tahun 2012 kondisi pasaran bijih besi dapat dikatakan normal. Untuk tahun 2013 hingga 2015 akan terjadi kehilangan pasar yang banyak oleh karena kondisi suplai yang lebih besar daripada *demand* (Tabel 5).

Program revitalisasi PT KS yang menghabiskan dana kurang lebih US\$ 570 juta yang meliputi pengembangan teknologi *blast furnace* senilai US\$ 220 juta dan untuk modernisasi US\$ 350 juta, maka besi dengan kadar rendah yang mendominasi endapan bijih besi di Indonesia akan dapat diolah didalam negeri. Sehingga hal ini berdampak pada total 100% impor bijih besi yang selama ini dilakukan PT KS dapat dikurangi (Suhendra, 2010).

Kondisi kapasitas produksi baja terutama oleh industri strategis nasional PT KS saat ini mencapai 2,55 juta ton/tahun yang menggunakan teknologi DR Hyl-3 (*Direct Reduction*) dan BF KS (*Blast Furnace*) masing-masing berkapasitas 1,35 dan 1,2 juta ton/tahun. Sedangkan kebutuhan bahan baku bijih besi untuk membuat baja di Indonesia terutama oleh PT KS, hampir seluruhnya masih diimpor dari negara lain berupa pelet dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini karena spesifikasi bijih besi yang ada di Indonesia masih dianggap belum cocok untuk digunakan sebagai bahan baku bagi industri besi baja nasional. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya devisa negara dan kurang kokohnya fundamental industri baja tersebut karena besarnya ketergantungan bahan baku impor.

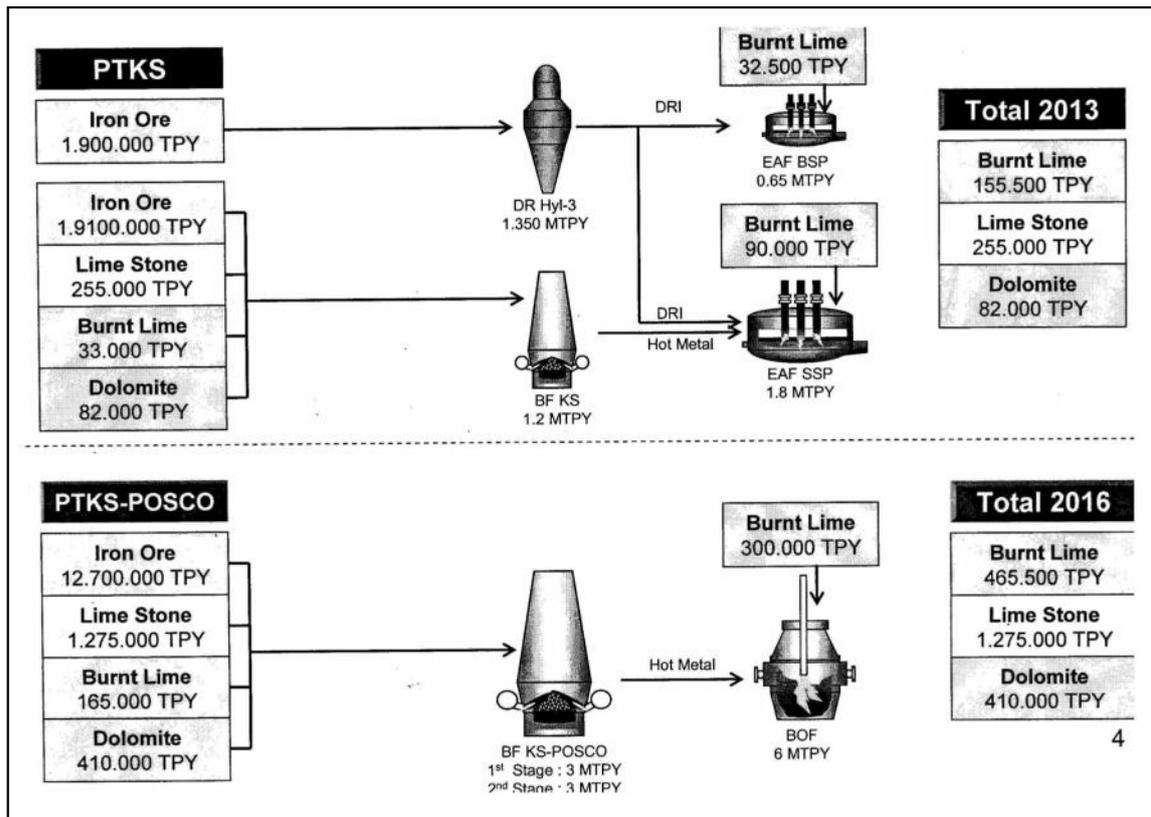
Untuk menjamin kelancaran proses industri besi baja di PT KS saat ini dan rencana pengembangan kapasitas produksi dimasa mendatang, perlu dukungan penyediaan bahan

baku bijih besi dalam jumlah yang cukup dan harga yang kompetitif. Sampai saat ini kebutuhan bijih besi nasional masih diimpor dari luar negeri seperti dari Brazil, Peru, Canada dan lainnya. Dari potensi yang ada baru sebagian kecil bahan tambang tersebut yang dimanfaatkan untuk kebutuhan industri besi-baja di Indonesia. Dalam perkembangan global diperkirakan akan terjadi kecenderungan defisit pasokan bijih besi dunia yang mengakibatkan keberadaan bijih besi semakin langka dan mahal harganya.

Berkaitan dengan peningkatan kapasitas produksi baja PT KS telah melakukan kerjasama dengan Posco salah satu produsen baja dari Korea Selatan yang kapasitas produksinya mencapai 30,5 juta/tahun. Kerja sama pembangunan pabrik akan dilakukan dua tahap yang akan memerlukan dana sekitar US\$ 6 milyar dengan kapasitas produksi baja 6 juta ton/tahun. Untuk tahap pertama akan dibangun pabrik berkapasitas 3 juta ton/tahun yang akan selesai tahun 2013 dengan investasi US\$ 2,5- 3 milyar dengan produk seperti HRC, *slab* dan *plate*. Pemancangan tiang tahap pertama dilakukan bulan Juli 2011 dan diharapkan akan mulai berproduksi tahun 2014. Lokasi pabrik baja patungan ini dengan luas 350 hektar berada di Krakatau Industrial Estate Cilegon, Banten (Suhendra, 2010).

Berkaitan dengan strategi pengembangan *iron making* maka upaya yang ditempuh oleh PT KS melalui PT MJIS yang bermitra dengan PT Antam (Persero) Tbk ini dikenal menggunakan jalur *quick win* yaitu pengembangan pabrik iron making skala kecil dengan kapasitas kurang lebih 300 ribu ton/tahun, biaya investasi sekitar Rp. 596 milyar. Jalur ini mempunyai keuntungan sebagai berikut (Deperind, 2007):

- Pembangunan dapat direalisasikan dalam waktu cepat
- Hasil produksi berupa besi *spons* yang akan



Gambar 4. Skenario kebutuhan bahan baku bijih besi PT. Krakatau Steel ( Kusno, 2011)

Tabel 6.

Resume sumberdaya dan cadangan bijih besi di Pulau Kalimantan ( PSDG, 2010)

Wilayah	Total Sumberdaya (ton)		Total Cadangan (ton)	
	Besi primer	Besi laterit	Besi primer	Besi laterit
Pulau Kalimantan	319.307.707	485.345.835	24.091.005	3.644.183
Kalimantan Selatan	10.071.860	485.345.835	3.737.890*	3.644.183**

\*) Produksi 1.521.885 ton (2010) dikonversi ke cadangan terbukti  
 \*\*) Produksi 3.664.183 ton (2010) dikonversi ke cadangan terbukti

Tabel 7.

Perbandingan antara kebutuhan bijih besi dengan cadangan untuk masa 20 tahun.

Proyek Kerjasama	Kebutuhan bahan baku bijih besi (ton)	Cadangan tersedia (ton)	Defisit (ton)
PT. MJIS	12.000.000	2.216.005	9.783.995
PT. KS dan JV PT.KS+Posco di Cilegar, Jabar	314.000.000	39.803.868	274.196.132

diolah lebih lanjut dengan fasilitas existing yang ada di Cilegon.

- Memanfaatkan infrastruktur dan pemasok yang telah ada di Kalimantan Selatan.

*Industri iron making* PT MJIS yang berlokasi dikawasan Kapet Tanah Bumbu di Kalimantan Selatan merencanakan produksi berupa besi spons ditargetkan sekitar 315.000 ton/tahun sebagai bahan baku pengolahan baja di PT KS di Cilegon, Banten (Bambang P, 2009). Sehingga industri ini akan memerlukan pasokan bijih besi sekitar 600.000 ton/tahun dengan kadar Fe>57%.

Sementara itu kebutuhan industri PT KS sendiri yang pabriknya ada di Cilegon dengan produksi baja 2.500.000 ton/tahun memerlukan bijih besi sebanyak 3.000.000 ton/tahun. Selain itu untuk industri baja baru patungan antara PT KS dan Posco dengan rencana produksi baja 6.000.000 ton/tahun akan memerlukan bijih besi sebanyak 12.700.000 ton/tahun (Gambar 4).

Dari ketiga industri tersebut perkiraan total kebutuhan bijih besi untuk industri baja PT KS dan industri patungan PT KS-Posco secara keseluruhan akan mencapai 16.300.000 ton/tahun. Kalau kita asumsikan umur industri tersebut paling lama 20 tahun maka total bijih besi yang diperlukan sebanyak 326.000.000 ton.

Dengan demikian kebutuhan bijih besi industri PT KS secara keseluruhan akan mencapai 16.300.000 ton/tahun diantaranya 600.000 ton/tahun untuk proyek PT MJIS di Kalimantan Selatan. Sehingga jika PT MJIS tersebut beroperasi untuk selama 20 tahun akan memerlukan bahan baku bijih besi sebanyak 12.000.000 ton. Hasil inventarisasi di Pulau Kalimantan potensi bijih besi secara keseluruhan dapat diresumekan sebagai berikut (Tabel 6):

Dengan demikian secara teoritis jika perbandingan antara total cadangan bijih besi di Kalimantan Selatan yang tersisa sampai dengan tahun 2010 sebanyak 2.216.005 ton dengan kebutuhan bahan baku untuk proyek industri besi baja Kalsel selama 20 tahun sekitar 12.000.000 ton maka akan terdapat defisit bahan baku yang cukup besar yaitu sebanyak 9.783.995 ton. Sedangkan untuk kebutuhan bahan baku industri baja PT KS maupun Joint Venture PT KS + Posco di Cilegon, Banten untuk selama 20 tahun akan mengalami defisit sebanyak 274.196.132 ton (Tabel 7).

Berdasarkan evaluasi tersebut maka kebutuhan bijih besi pada proyek PT. MJIS khususnya di Kalimantan Selatan akan mengalami defisit bahan baku yang cukup signifikan. Untuk memecahkan masalah ini diperlukan beberapa solusi antara lain :

- Meningkatkan kegiatan eksplorasi untuk menaikkan status potensi sumberdaya hipotetik menjadi cadangan. Hal ini mutlak dilakukan

mengingat potensi sumberdaya masih banyak. Kegiatan eksplorasi geofisika dengan metoda *ground magnetic* yang ditindaklanjuti dengan pemboran inti sangat efektif untuk peningkatan status potensi ini.

- Menerapkan teknologi metalurgi yang tepat dengan umpan bijih besi berkadar rendah. Penyesuaian teknologi diperlukan mengingat sebagian potensi yang ada umumnya merupakan bijih besi tipe laterit yang berkadar rendah. Salah satu cara adalah dengan teknik *magnetizing roasting* yang diikuti dengan pemisahan magnetik untuk menghasilkan konsentrat magnetik dengan kandungan besi tinggi (Pramusanto dan Saleh, 2005).

- Mendapatkan jaminan pasokan bahan baku melalui campur tangan aparat pemerintah Kabupaten Tanah Bumbu dan Kotabaru untuk membuat kebijakan agar dapat mendorong para calon pemasok seperti PT SILO dan perusahaan lainnya untuk bersedia memenuhi kebutuhan proyek PT MJIS baik jumlah, kualitas maupun jangka waktu pasokan.

- Untuk jaminan pasokan jangka panjang selain dari perusahaan yang sudah berproduksi di wilayah ini, hendaknya konsorsium melaksanakan penguasaan lahan pertambangan bijih besi demi keamanan pasokan tersebut.

- Kekurangan bijih besi primer dapat diambil dari wilayah diluar Kalimantan Selatan seperti di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat yang sudah banyak perusahaan melakukan penambangan.

Dalam bab penjelasan Undang - Undang Nomor 4 tahun 2009 pada pasal 27 dinyatakan besi menjadi salah satu dari tujuh komoditas mineral logam lainnya untuk dijadikan pencadangan negara pertambangan dalam usaha untuk ketahanan energi dan industri strategis nasional. Hasil evaluasi kebutuhan bijih besi industri baja PT. KS untuk masa produksi selama 20 tahun akan terjadi defisit bijih besi dengan total mencapai 283.980.127 ton. Untuk memenuhi kebutuhan ini maka impor bijih besi dari mancanegara menjadi alternatif lainnya sepanjang secara ekonomi masih menguntungkan perusahaan. Namun apabila secara ekonomi impor tidak menguntungkan maka pemerintah harus mengeluarkan kebijakan strategis agar pengelolaan bijih besi ini sepenuhnya menjadi tanggungan negara demi menjaga kelangsungan industri strategis nasional seperti PT KS.

Sejalan dengan ketentuan perundangan maka setelah tahun 2014 ekspor bijih besi hanya boleh dilakukan setelah ada peningkatan nilai tambahnya. Namun apabila fasilitas

infrastruktur belum tersedia maka pemerintah seyogyanya tetap melarang kegiatan ekspor dalam bentuk bahan mentah sambil menunggu selesainya pembangunan. Sehingga sumberdaya yang masih tersisa diharapkan dapat menjamin kelangsungan industri baja dalam negeri.

Berkaitan dengan lingkungan khususnya potensi bijih besi yang tumpang tindih dengan kawasan lindung, maka pemerintah akan mengeluarkan kebijakan strategis yaitu daerah potensi tersebut akan ditetapkan menjadi wilayah izin usaha pertambangan khusus (WIUPK) agar dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan bahan baku industri dalam negeri.

Dengan demikian untuk kebutuhan jangka panjang maka peluang besi menjadi komoditas strategis nasional sangat besar untuk diterapkan mulai saat ini di Indonesia.

## PENUTUP

Perkembangan global konsumsi baja yang semakin meningkat telah memicu industri

baja untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Akibatnya produksi bijih besi juga mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini diperkirakan suatu saat akan menimbulkan kelangkaan dan krisis bahan baku untuk industri baja ini. Hasil evaluasi kebutuhan bijih besi untuk industri baja PT. Krakatau Steel untuk beroperasi selama 20 tahun akan mengalami defisit sebanyak 283.980.127 ton. Dengan demikian cukup beralasan bijih besi menjadi komoditas mineral strategis nasional yang dikelola oleh negara. Untuk itu dalam jangka panjangnya diperlukan kebijakan pemerintah yang mendukung kepentingan strategis nasional ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada editor khususnya kepada Dr.Ir.Bambang T. Setiabudi M.Sc. yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Firmanti, A., 2011, Konsumsi baja nasional, *Seminar future prospect of steel construction in Indonesia*, Gran Melia, Jakarta 7 April 2011.
- Herlina K.D, 2010, Tahun depan harga baja naik 10-15%, [http:// industri.kontan.co.id](http://industri.kontan.co.id)
- Kusno, 2011, Kebutuhan *flux materials*, diskusi non formal, Bandung.
- Suhendra, 2010, Industri baja minta ekspor bijih besi kena bea keluar, Detik Finance.
- Pardiarto, B., 2009, Tinjauan rencana pembangunan industri besi baja di Kalimantan Selatan, Buletin Sumber Daya Geologi, Volume 4 Nomor 2, 2009.
- Pramusanto; Saleh, N., 2005, Coal based magnetizing roasting for iron cap ore of lateritic ore, IMA Mining Conference 2005, Jakarta.
- Subandrio, A.S.M, 2006, *Indonesian Banded Iron Formation (BIF) : A new challenge of iron deposit by controversial discovery of BIF in Tanggamus area- Lampung, South Sumatera, Proceedings of 9th International Symposium on Mineral Exploration (ISME IX)*, September 19-21 th 2006, Bandung, Indonesia.
- Tim Neraca, 2010, Laporan penyusunan neraca sumber daya mineral, Pusat Sumber Daya Geologi (*unpublished*)
- ....., 2003; Kebutuhan Mineral Logam Dalam Industri Nasional, Seminar Supply Demand Mineral dan Batubara Serta Pengawasannya, Direktorat Industri logam Mesin dan Maritim, Jakarta.
- ....., 2006, Perkembangan rencana pembangunan industri *iron making* di Kalimantan Selatan, Simposium nasional pengembangan industri baja, Deperind , Jakarta 23 Maret 2006.
- ....., 2010, Laporan Kajian Besi di Kalimantan, Pusat Sumber Daya Geologi (*unpublished*).
- ....., 2010, *Steel statistical year book 2009*, *World steel association, Worldsteel committee on economics studies*, Brussel. (*worldsteel.org*)

....., 2010, UBS Global I/O : Iron ore, 8 November 2010, UBS Invesment Research,  
www.wpgresources.com.au.  
....., 2011, *Mineral Commodity Summaries*, US Geological Survey

Diterima tanggal 11 April 2011  
Revisi tanggal 16 Juli 2011

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KANDUNGAN GAS METANA  
BATUBARA PADA LAPISAN BATUBARA B DAN C YANG DITEMBUS  
PEMBORAN DI LOKASI AD-01 DAERAH OMBILIN, KOTA SAWAHLUNTO,  
PROVINSI SUMATERA BARAT**

Oleh:

**Sigit Arso W., David P. Simatupang dan Robert L. Tobing**

Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444, Bandung

### SARI

Pemboran di lokasi AD-01 ditemukan lapisan batubara B dan C yang berdasarkan hasil analisis kandungan gas memiliki kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>) 84,26 % dan 61,38 %. Berdasarkan hasil analisis proksimat diketahui batubara Lapisan B memiliki nilai kalori 7.434 kal/gr (adb), zat terbang 35,18 %, karbon tertambat 55,10 %, abu (Ash) 7,18 % dan belerang 1,20 % sedangkan batubara Lapisan C memiliki nilai kalori 7.645,5 kal/gr (adb), zat terbang 40,36 %, karbon tertambat 53,42 %, abu 4,02 % dan belerang 4,38 %.

Perbedaan kandungan gas metana yang terdapat dalam lapisan batubara B dan C diperkirakan dipengaruhi oleh komponen-komponen yang terdapat dalam batubara hasil analisis proksimat.

**Kata Kunci :** Zat Terbang, Karbon Tertambat, Abu, Belerang, Gas Metana

### ABSTRACT

*Drilling at location AD-01 was found coal Seam B and C are based on test analysis of gas composition is known that methane contains 84.26 % and 61.38 %. Based on results of proximate analysis of coal Seam B is known that has calorific value of 7,434 cal/g (adb), Volatile Matter (VM) 35.18 %, Fixed Carbon (FC) 55.10 %, Ash (Ash) 7.18 % and Sulphur (S) 1.20 %, while coal Seam C has a calorific value of 7,645.5 cal/g (adb), Volatile Matter (VM) 40.36 %, Fixed Carbon (FC) 53.42 %, Ash (Ash) 4.02 % and Sulphur (S) 4.38 %.*

*Differences coal bed methane contained in the coal Seam B and C is estimated to be affected by the components contained in the coal proximate analysis results.*

**Keyword :** Volatile Matter, Fixed Carbon, Ash, Sulphur, Methane

### PENDAHULUAN

Secara administratif, daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Lubang bor AD-01 secara geografis berada pada koordinat 1004728,48" Bujur Timur dan 04041,43" Lintang Selatan dengan total kedalaman 451 meter. (Gambar 1)

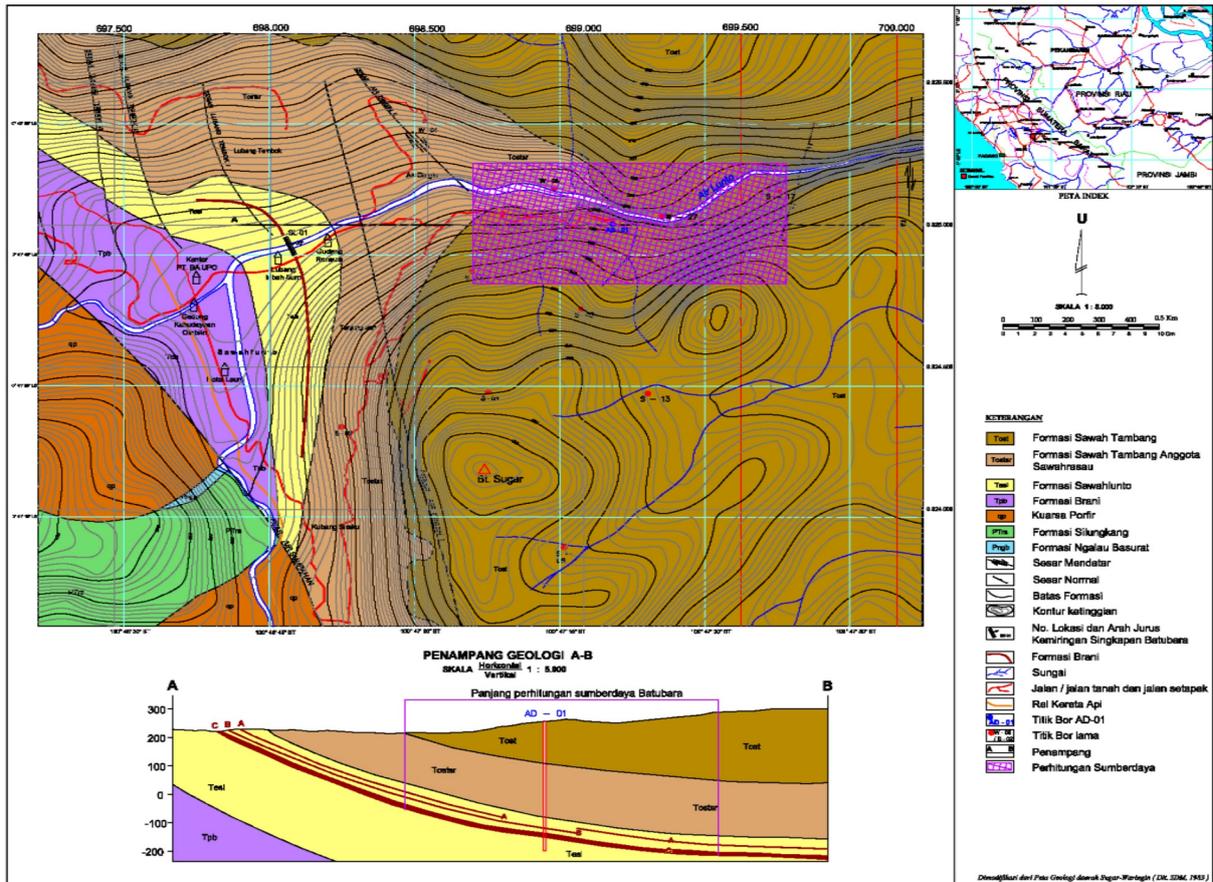
Pemboran yang dilakukan di lokasi AD-01 menemukan dua lapisan batubara yaitu Lapisan B dan C. Kandungan gas metana batubara di Lapisan B dan C memiliki nilai 84,26 % dan 61,38 %.

Berdasarkan hasil analisis proksimat diketahui bahwa batubara Lapisan B memiliki nilai kalori 7.434 kal/gr (adb), zat terbang 35,18 %, karbon tertambat 55,10 %, abu 7,18 % dan belerang 1,20 % sedangkan batubara Lapisan C memiliki nilai kalori 7645,5 kal/gr (adb), zat terbang 40,36 %, karbon tertambat 53,42 %, abu

4,02 % dan belerang 4,38 %.

Perbedaan nilai hasil analisis proksimat pada batubara Lapisan B dan C diperkirakan sebagai penyebab kandungan gas metana batubara Lapisan B lebih besar dibandingkan dengan Lapisan C.

Zat terbang (Volatile Matter) dan belerang (Sulphur) merupakan dua komponen dari sekian banyak komponen yang terkandung dalam batubara. Zat terbang di definisikan sebagai senyawa organik dalam batubara yang dibebaskan pada saat batubara dipanaskan dengan temperatur tertentu. Sedangkan belerang adalah kadar atau jumlah seluruh belerang baik berupa belerang sulfat, belerang pirit, maupun belerang organik yang terkandung dalam batubara. Kedua komponen tersebut memberikan pengaruh terhadap kualitas batubara semakin kecil kadar kedua komponen tersebut maka semakin bagus kualitas batubara



**Gambar 1.** Peta geologi dan lokasi pemboran AD-01 di daerah penelitian (Tim Pemboran PSDG, 2009)

demikian pula sebaliknya (<http://febriantara.wordpress.com/2009/03/18/batubara/>).

Abu (Ash) merupakan residu yang tersisa dari hasil pembakaran batubara pada kondisi tertentu dan umumnya terdiri dari komponen oksida dan sulfat. (Given and Yarzab, 1978; Elliott, 1981 dan Speight, 2005). Sedangkan karbon tertambat (Fixed Carbon) adalah jumlah karbon yang terkandung dalam batubara. (Speight, 2005)

Selain itu batubara juga memiliki kandungan gas, Salah satu gas yang terdapat dalam batubara adalah metana. Menurut Wikipedia metana adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kima CH<sub>4</sub>. Keberadaan metana di alam diantaranya terdapat di tumpukan sampah, kotoran hewan, batubara dan lain sebagainya. Gas metana batubara merupakan salah satu sumber energi alternatif selain minyak bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

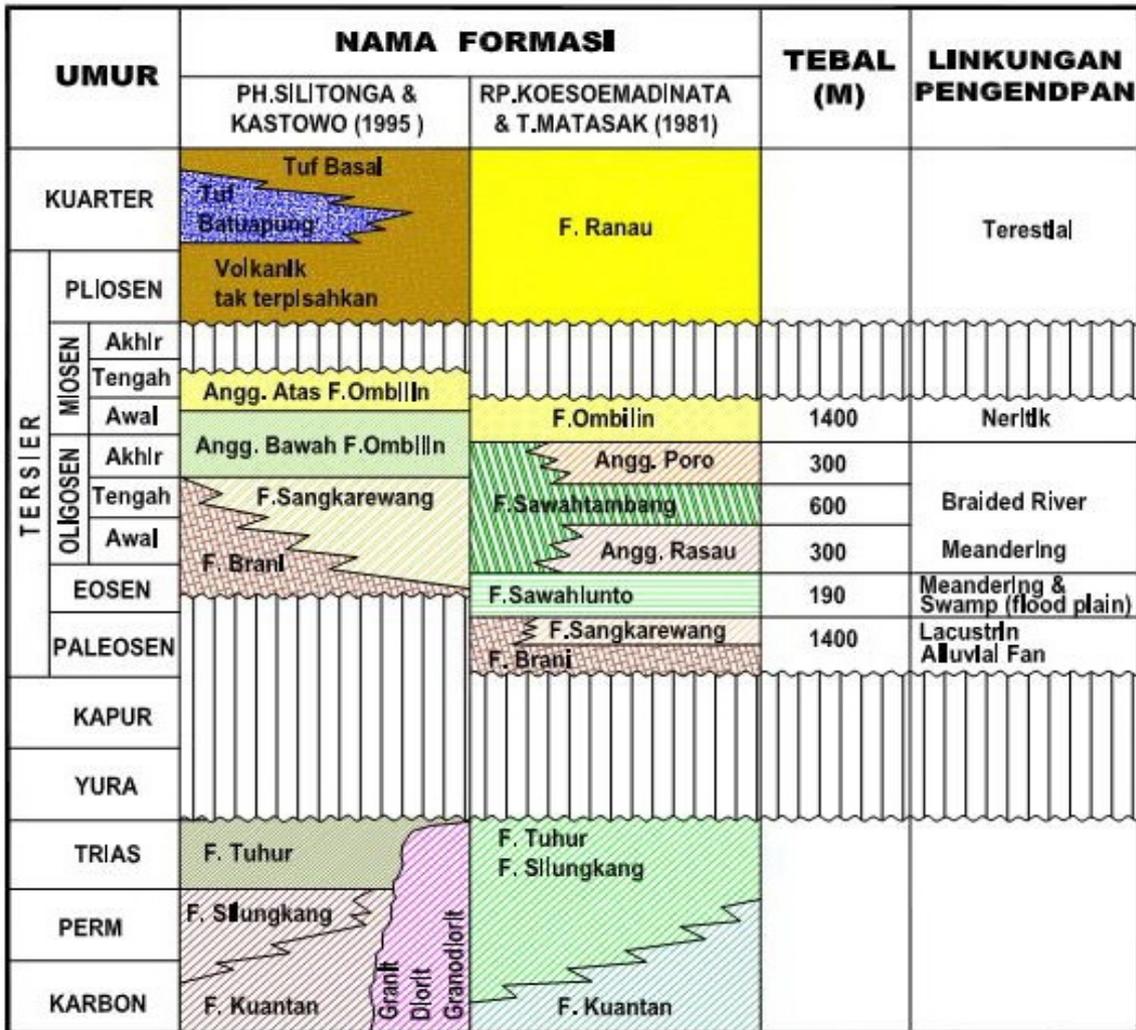
Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan gas metana batubara pada lapisan batubara B dan C di lokasi pemboran AD-01 Daerah Ombilin, Kota Sawalunto, Provinsi Sumatera Barat.

**GEOLOGI**

Daerah penelitian ditinjau dari segi morfologi terdiri dari Satuan Perbukitan Berlereng Landai dan Satuan Perbukitan Berlereng Terjal. Satuan Perbukitan Berlereng Landai terdiri dari batuan sedimen dari Formasi Brani, Formasi Sawahlunto, Formasi Sawahtambang Anggota Rasau dan sedikit batuan berumur Pra Tersier. Satuan Perbukitan Berlereng Terjal disusun batuan sedimen dari Formasi Brani dan Formasi Sawahtambang Anggota Rasau.

Geologi daerah penelitian termasuk dalam Cekungan Ombilin. Menurut Koning (1985), Cekungan Ombilin terletak pada bagian tengah jalur Pegunungan Barisan yang terbentuk pada



Gambar 2. Kolom stratigrafi Daerah Ombilin

Awal Tersier dan mengandung batuan sedimen yang mencapai ketebalan 4.600 m serta diendapkan pada lingkungan darat atau danau sampai laut dangkal (Gambar 2).

Formasi pembawa batubara di Cekungan Ombilin menurut Silitonga dan Kastowo (1995), Anggota Bawah Formasi Ombilin yang berumur Oligo-Miosen, sedangkan menurut Koesoemadinata dan Matasak (1981), Formasi Sawahlunto yang berumur Eosen. (Gambar 2).

**SUMBER DATA**

Tulisan ini menggunakan data dari data hasil pemboran batubara di lokasi AD-01 Formasi Ombilin Daerah Ombilin Kota Sawahlunto yang dilakukan oleh tim pemboran Pusat Sumber Daya

Geologi Tahun 2009. Contoh batubara diambil dari dua lapisan batubara yaitu Lapisan B dan C dengan ketebalan masing-masing batubara adalah 1,75 dan 13,56 meter. Dari kedua lapisan tersebut diambil sebanyak 18 contoh batubara untuk kemudian dilakukan analisis komposisi gas metana batubara dan analisis proksimat dimana 2 contoh batubara berasal dari Lapisan B dan 16 contoh dari Lapisan C.

**HASIL DAN ANALISIS**

Analisis komposisi gas dan proksimat dilakukan di laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi menggunakan alat GC (Gas Chromatography)

dan TGA (Thermographic Analysis) dan bertujuan untuk mengetahui keterdapatannya atau kandungan gas yang terdapat dalam batubara baik itu berupa gas metana (CH<sub>4</sub>) maupun gas lainnya seperti CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Sedangkan analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui jumlah zat terbang, karbon tertambat, kandungan abu, kadar belerang dan nilai kalori yang terdapat dalam batubara

Berdasarkan hasil analisis komposisi gas terhadap 18 conto batubara menunjukkan bahwa komposisi gas metana batubara yang terdapat di kedua lapisan batubara di lokasi pemboran AD-01 berkisar antara 51,11-85,88% (Tabel 1) dengan kedalaman batubara terletak antara 369,75-371,50 meter untuk Lapisan B dan 380,24-393,80 meter untuk Lapisan C.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa berdasarkan hasil analisis kandungan gas yang terdapat dalam batubara diketahui bahwa batubara Lapisan B memiliki kandungan gas metana tertinggi 85,88 % dan Lapisan C 70,49 %. Dari hasil tersebut diketahui bahwa batubara pada Lapisan B memiliki kandungan gas metana lebih besar dibandingkan dengan Lapisan C yang keterdapatannya lebih dalam.

Secara teoritis, bahwa semakin dalam keterdapatannya batubara maka semakin besar pula kandungan gas metana yang terdapat dalam batubara namun di lokasi pemboran AD-01 menunjukkan hal yang berbeda dimana dengan bertambahnya kedalaman, jumlah kandungan gas metana batubara semakin sedikit.

Berdasarkan Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan zat terbang untuk batubara Lapisan B yang diwakili oleh conto AD-1/B-1 memiliki nilai 35,18 % dan untuk Lapisan C yang diwakili oleh conto AD-1/C-1 dan AD-1/C-2 memiliki nilai 40,36%. Sedangkan untuk kadar belerang pada batubara Lapisan B diperoleh nilai 1,20% dan Lapisan C memiliki kisaran nilai 4,38% (Tabel 2).

Kandungan abu hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa batubara Lapisan B yang diwakili oleh conto AD-1/B-1 memiliki nilai 7,18 % dan Lapisan C yang diwakili oleh conto AD-1/C-1 dan AD-1/C-2 memiliki nilai 4,02 %. Sedangkan jumlah karbon tertambat yang terdapat pada Lapisan B 55,10 % dan Lapisan C 53,42 %.

Nilai kalori batubara di kedua lapisan batubara tersebut berkisar antara 7.434 - 7.833 kal/gr dimana batubara Lapisan B memiliki nilai kalori 7.434 kal/gr (adb) dan Lapisan C memiliki nilai kalori 7.645,5 kal/gr (adb). Berdasarkan US System diketahui bahwa batubara pada lokasi pemboran AD-01 termasuk kedalam golongan High Volatile Bituminous C-A.

Secara umum, berdasarkan hasil analisis proksimat terhadap conto kedua lapisan batubara di lokasi pemboran AD-01 diketahui bahwa

kandungan zat terbang dan belerang pada batubara Lapisan B memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan Lapisan C. Sedangkan kandungan karbon tertambat dan belerang yang terdapat pada batubara Lapisan B memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan Lapisan C.

Hasil analisis komposisi gas dari GC (Gas Chromatography) menunjukkan bahwa nilai komposisi gas metana terbesar 85,88% terdapat pada canister nomor 3, Lapisan B dan terendah 51,11% pada canister nomor 19 Lapisan C (Tabel 1), dengan rata-rata 84,26% metana pada Lapisan B dan 61,38% pada lapisan C (Gambar 3). Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa rata-rata kandungan gas metana batubara pada batubara Lapisan B memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan Lapisan C.

Berdasarkan hasil analisis kandungan gas dan proksimat pada batubara Lapisan B dan C di lokasi pemboran AD-01 dapat diketahui untuk batubara Lapisan B memiliki kandungan gas metana batubara (CH<sub>4</sub>), karbon tertambat dan abu yang lebih besar serta kandungan zat terbang dan belerang yang lebih kecil dibandingkan dengan batubara Lapisan C.

Gambar 3 memperlihatkan untuk batubara Lapisan B yang dengan kedalaman 369,75-371,50 meter memiliki kandungan gas metana 84,26 % sedangkan batubara Lapisan C dengan kedalaman 380,24-393,80 meter memiliki kandungan gas metana 61,38. Apabila dibandingkan kedua lapisan batubara di lokasi pemboran AD-01 terlihat jelas bahwa batubara Lapisan C yang dengan keterdapatannya dan tebal batubara yang lebih dalam dan tebal memiliki jumlah kandungan gas metana yang lebih sedikit dari batubara Lapisan B.

Hal ini diperkirakan dari adanya faktor hasil analisis proksimat yang menunjukkan perbedaan nilai antara batubara Lapisan B dan C di lokasi pemboran AD-01

## PEMBAHASAN

Secara umum batubara Lapisan C relatif memiliki lapisan yang lebih tebal bila dibandingkan dengan batubara Lapisan B. Batubara Lapisan C cenderung memiliki kualitas batubara yang lebih baik dibandingkan dengan batubara Lapisan B.

Secara megaskopis, batubara di daerah penelitian berwarna hitam, keras, kilap kusam-agak terang dengan kualitas batubara cukup baik yang menunjukkan tingginya kalori batubara dari daerah ini. (Tim Pemboran PSDG, 2009)

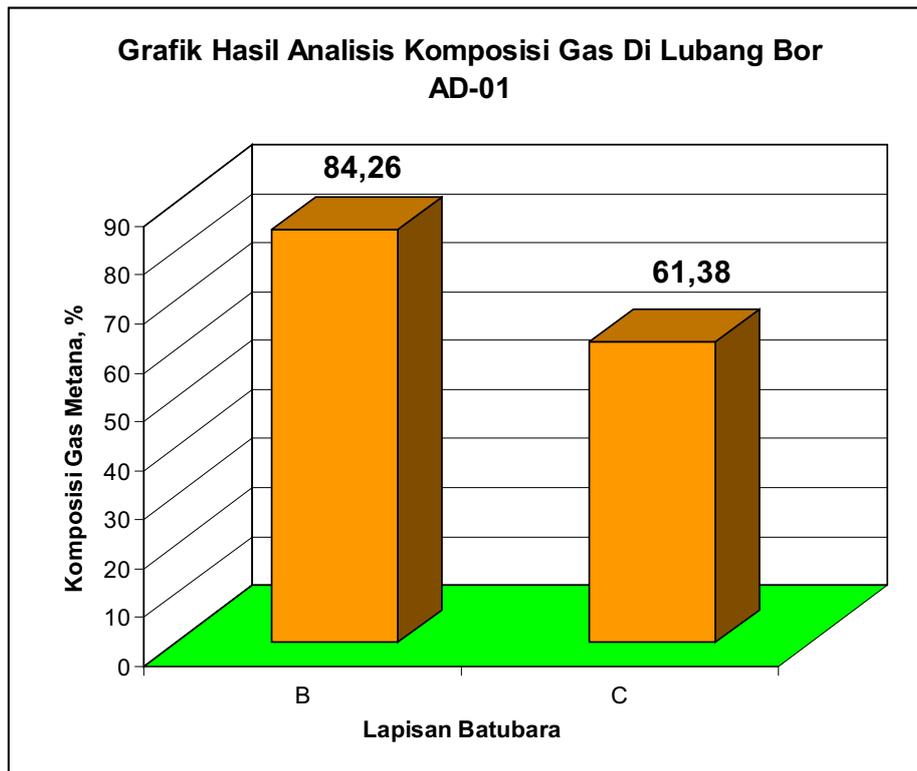
Batubara Lapisan B dan C merupakan target utama untuk dilakukan analisis komposisi gas metana batubara di lubang bor AD-01 daerah

**Tabel 1.**  
Komposisi gas pada lapisan batubara B dan C (Tim Pemboran PSDG, 2009)

Canister No.	Lap. Batubara	Komposisi Gas (%)						
		H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	Total
2	B	0	1.1439	7.3598	82.6521	0	8.8442	100
3	B	0	1.9746	8.8798	85.8761	0	3.2695	100
7	C	0	4.2547	15.4192	58.1291	0	22.1970	100
6	C	0	6.1893	11.1048	64.3880	0	18.3179	100
5	C	0	4.8605	12.1380	68.2306	0	14.7709	100
4	C	0	4.9639	15.1152	52.1285	0	27.7924	100
12	C	0	4.8056	8.2268	70.4935	0	16.4741	100
11	C	0	3.9973	5.5772	67.9140	0	22.5115	100
10	C	0	5.2682	8.0370	67.3334	0	19.3613	100
9	C	0	4.8096	10.3739	61.9374	0	22.8791	100
8	C	0	0.5880	1.4709	63.1029	3.6589	31.1792	100
16	C	0	2.4659	5.9026	68.6853	0	22.9462	100
15	C	0	5.7402	17.0762	54.0859	0	23.0977	100
14	C	0	3.7713	9.1222	51.9092	0	35.1973	100
13	C	0	3.2379	6.7656	58.0157	0	31.9808	100
18	C	0	2.5766	4.8122	62.7249	0	29.8862	100
17	C	0	5.9458	8.2784	61.8453	0	23.9304	100
19	C	0	6.3061	11.0928	51.1126	0	31.4885	100

**Tabel 2.**  
Analisis proksimat pada batubara Lapisan B dan C (Tim Pemboran PSDG, 2009)

Jenis Analisis	Unit	Basis	Kode Conto Batubara		
			AD - 1/B - 1	AD - 1/C - 1	AD - 1/C - 2
Zat Terbang	%	adb	35,18	41,97	38,75
Karbon Tertambat	%	adb	55,10	50,61	56,23
Abu	%	adb	7,18	5,32	2,71
Belerang	%	adb	1,20	4,82	3,94
Nilai Kalori	kal/gr	adb	7.434	7.458	7.833

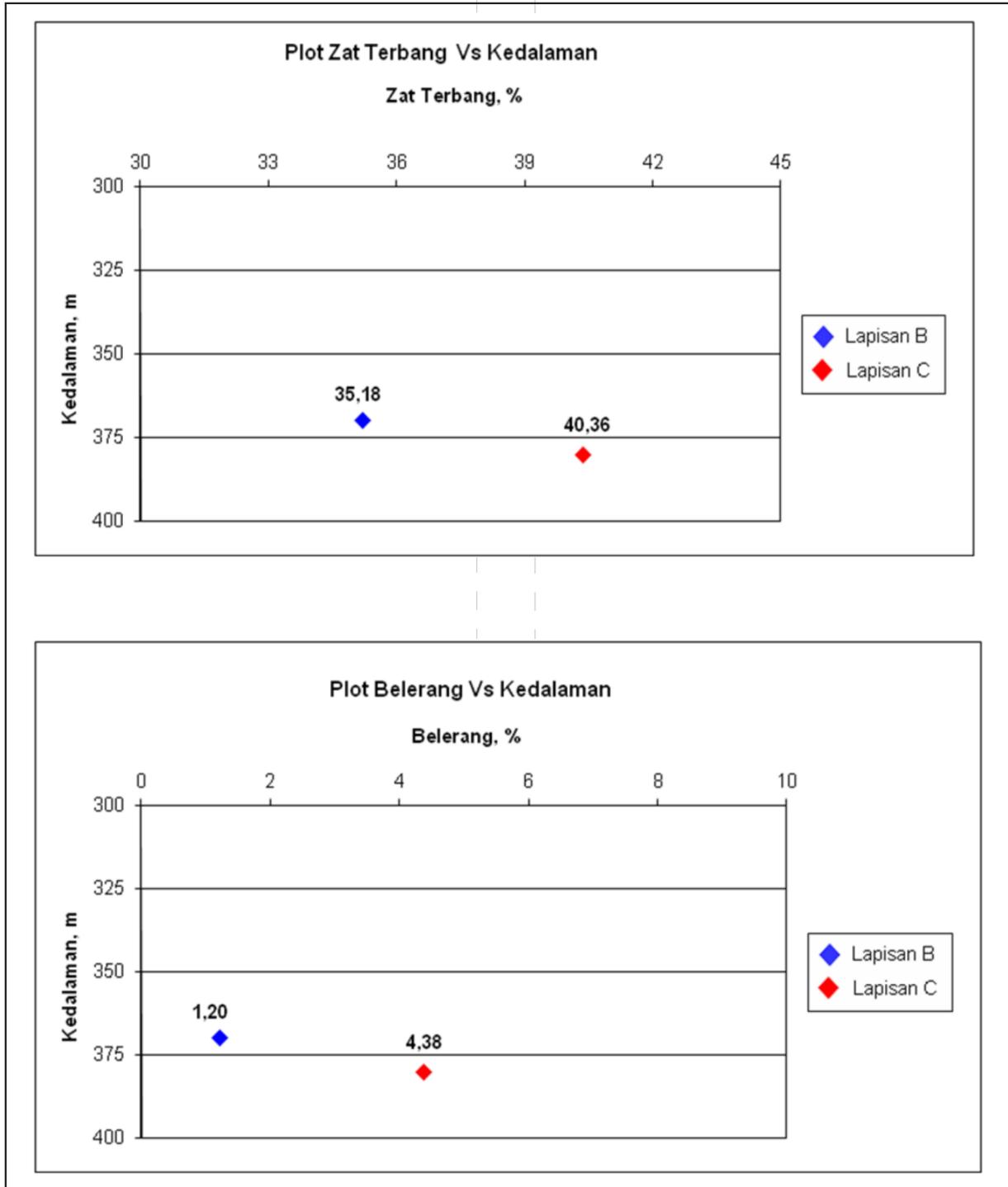


**Gambar 3.** Grafik hasil analisis komposisi gas metana batubara Lapisan B dan C

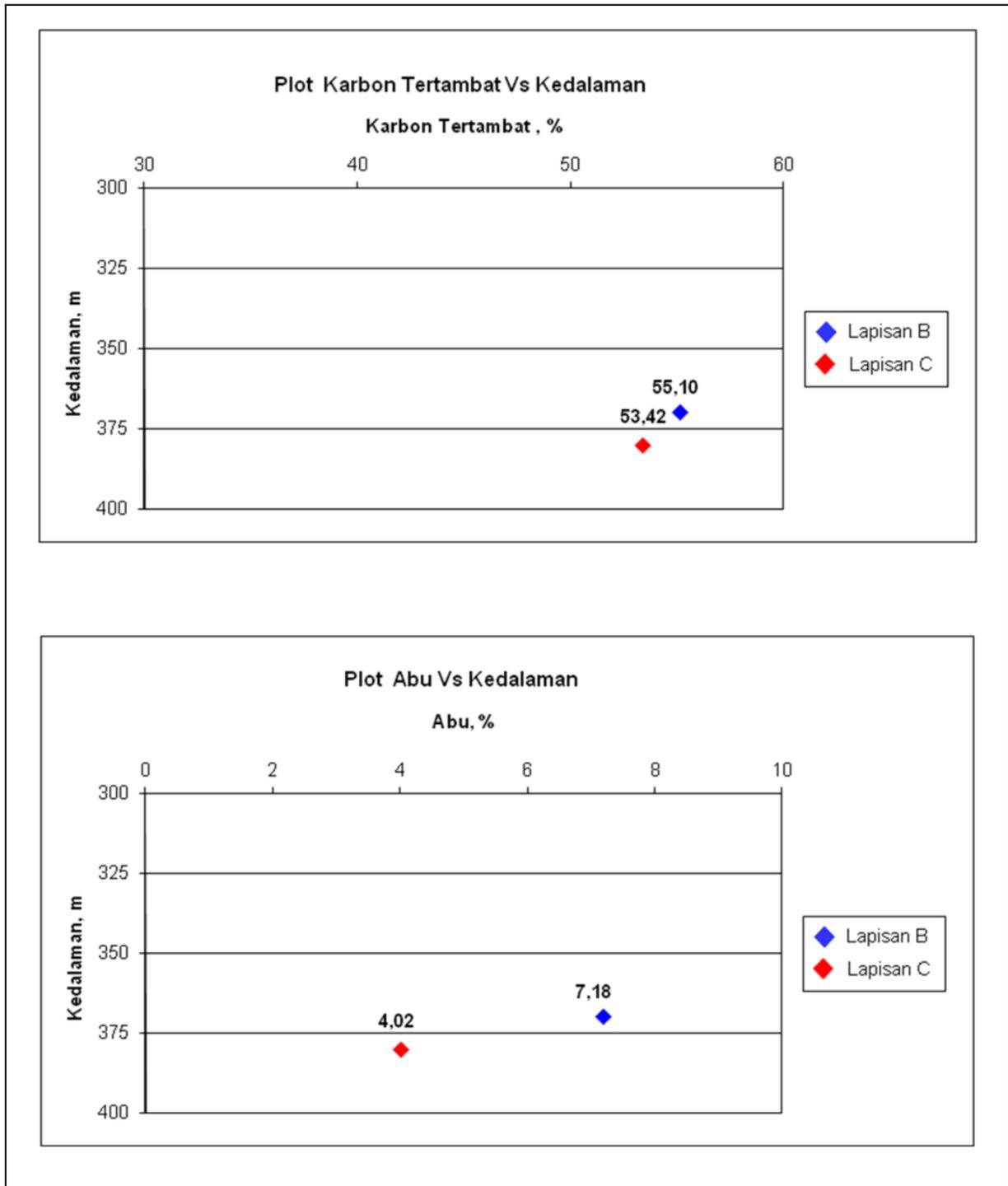
Ombilin. Menurut Rice (1993, dalam Flores 2008) bahwa gas metana batubara (Coal Bed Methane) terdiri 88-98% gas metana (CH<sub>4</sub>) yang dihasilkan oleh batubara dalam jumlah yang cukup (kisaran 100-300 m<sup>3</sup>/g) selama proses pembentukan batubara dengan sedikit kandungan CO<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>. Berdasarkan hasil penelitian, Lapisan B dan C rata-rata memiliki 84,26% dan 61,38% komposisi gas metana, dengan komposisi N<sub>2</sub> yang berkisar antara 4,81-17,08% dan CO<sub>2</sub> yang memiliki kisaran nilai 3,27-35,20% serta nilai kalori yang berkisar antara 7.434-7.833 kal/gr. Merujuk dari pendapat Rice dan hasil penelitian tersebut, lapisan batubara B dan C di lubang bor AD-01 daerah Ombilin, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat dapat dikategorikan memiliki potensi gas metana yang cukup baik untuk dikembangkan. Berdasarkan hasil plot antara kandungan zat terbang dan belerang terhadap terhadap kedalaman terlihat bahwa kadar atau kandungan zat terbang dan belerang memiliki nilai yang cenderung semakin membesar dengan kedalaman lapisan batubara yang semakin bertambah (Gambar 4). Namun sebaliknya, berdasarkan hasil plot antara kandungan karbon tertambat dan abu menunjukkan bahwa kandungan karbon tertambat dan abu semakin mengecil dengan kedalaman lapisan batubara yang semakin bertambah (Gambar 5).

Plot antara nilai kalori batubara dengan

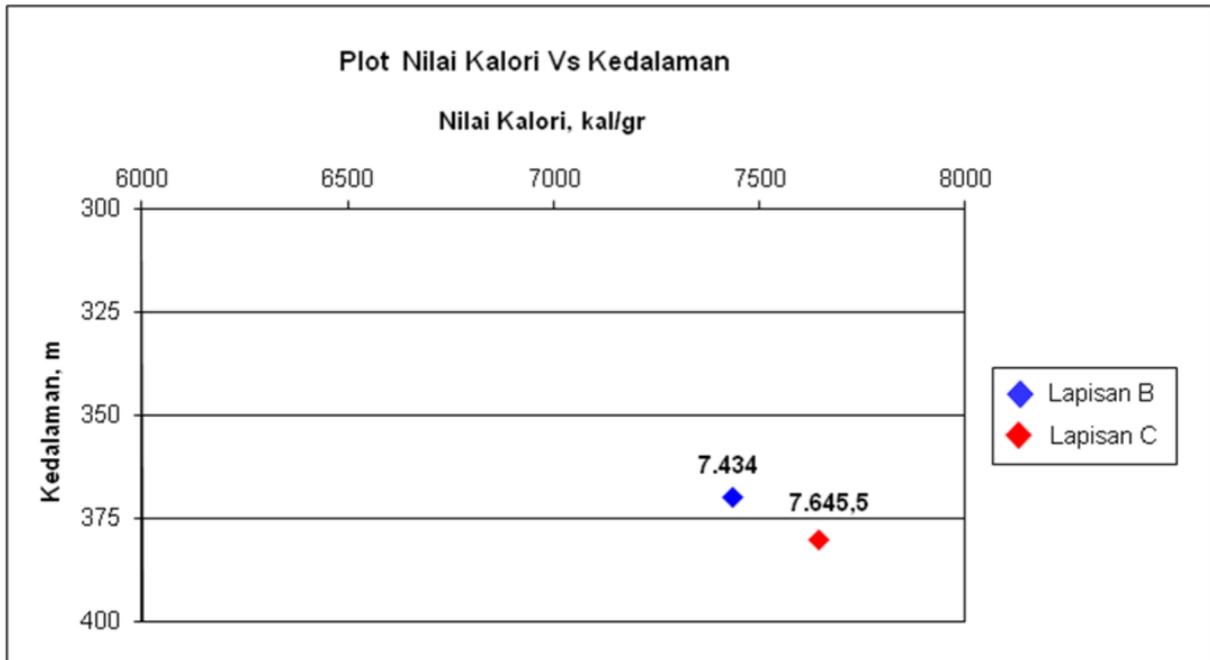
kedalaman menunjukkan semakin dalam keterdapatan batubara, nilai kalori batubara semakin besar. Namun hasil ini berbeda dengan kandungan gas metana batubara yang terdapat pada kedua lapisan batubara tersebut dimana pada batubara Lapisan B memiliki kandungan gas metana yang lebih besar dibandingkan Lapisan C (Gambar 6 dan 7). Berdasarkan hasil ketiga plot tersebut dapat diperkirakan adanya faktor korelasi antara hasil analisis proksimat terhadap jumlah kandungan gas metana batubara yang terdapat pada kedua lapisan batubara tersebut. Faktor yang mempengaruhi gas metana di daerah penelitian : Pertama kandungan zat terbang dan belerang dimana nilai kandungan kedua komponen tersebut pada batubara Lapisan B memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan Lapisan C sehingga dimungkinkan memperkecil jumlah kandungan gas metana di Lapisan C. Kedua kandungan karbon tertambat dan abu dimana hasil analisis proksimat menunjukkan nilai kedua komponen tersebut pada batubara Lapisan B memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan Lapisan C sehingga dimungkinkan memperbesar jumlah kandungan gas metana di Lapisan B. Ketiga nilai kalori dimana nilai kalori di batubara Lapisan B lebih kecil dibandingkan dengan Lapisan C sehingga dimungkinkan pula memperkecil jumlah kandungan gas metana batubara di Lapisan C.



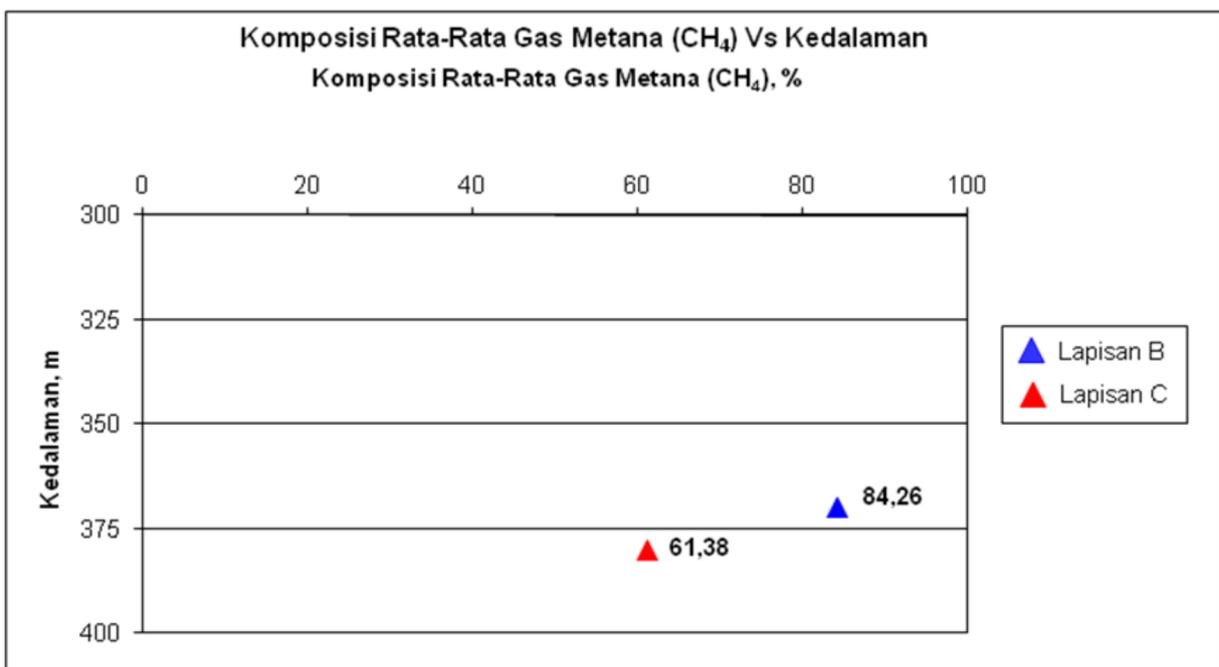
**Gambar 4.** Korelasi antara zat terbang dan belerang terhadap kedalaman



**Gambar 5.** Korelasi antara karbon tertambat dan abu terhadap kedalaman



Gambar 6. Korelasi antara nilai kalori terhadap kedalaman



Gambar 7. Korelasi antara komposisi gas metana batubara terhadap kedalaman

## KESIMPULAN

Batubara Lapisan B dengan kedalaman antara 369,75-371,50 meter memiliki ketebalan 1,75 meter dan kandungan gas metana 84,26 %. Sedangkan Lapisan C dengan kedalaman antara 380,24-390,80 meter memiliki ketebalan 13,56 meter dan kandungan gas metana 61,38 %. Berdasarkan hasil analisis proksimat batubara di daerah penelitian memiliki nilai kalori 7.434 7.833 kal/gr dan termasuk kedalam golongan High Volatile Bituminus C-A.

Dari hasil analisis komposisi gas menunjukkan bahwa kandungan gas metana batubara Lapisan B lebih besar dibandingkan Lapisan C yang memiliki ketebalan dan keterdapatan lapisan batubara yang lebih tebal dan lebih dalam. Hal ini diperkirakan karena adanya beberapa faktor dari hasil analisis proksimat yaitu faktor kandungan zat terbang, belerang dan nilai kalori pada batubara Lapisan B

lebih kecil dibandingkan Lapisan C. Kemudian faktor kandungan karbon tertambat dan abu pada batubara Lapisan B lebih besar dibandingkan Lapisan C.

Perlu dicatat bahwa penelitian di lokasi pemboran AD-01 hanya berdasarkan pada jumlah sampel yang sedikit. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan agar dapat dilakukan perbandingan komposisi gas terhadap kadar zat terbang, karbon tertambat, abu, belerang dan nilai kalori dengan jumlah conto batubara yang lebih banyak.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Deddy Amarullah dan Ir. Asep Suryana yang telah memberikan dukungan, arahan dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2004. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 05.06. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA
- Febriantara, 2011., Batubara, (online), <http://febriantara.wordpress.com/2009/03/18/batubara/>, diakses tanggal 13 Oktober 2011
- Flores, R.M., 2008. Coalbed Methane: Gas of the Past, Present, and Future. U.S. Geological Survey
- Koesoemadinata R. P., & Matasak Th., 1981. Stratigraphy and Sedimentation Ombilin Basin Central Sumatera (West Sumatera Province), Proceeding, IPA, Tenth Annual Convention.
- Koning T., 1985., Petroleum Geology of the Ombilin Intermontane Basin. Indonesian Petroleum Association. 14th annual convention.
- Pusat Sumber Daya Geologi (Tim Pemboran PSDG, 2009)., Laporan Pemboran Dalam Batubara Di Cekungan Ombilin, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Rice, D.D., 1993. Composition and Origins of Coalbed Gas. In: Law, B.E., and Rice, D.D. (Eds.), Hydrocarbons from Coal. American Association of Petroleum Geologists Studies in Geology 38, 159184.
- Silitonga P.H. & Kastowo, 1995. Peta Geologi Lembar Solok, Sumatera, Peta Geologi bersistem Sumatera, PPPG, Bandung.
- Speight, J. G., 2005. Handbook of coal analysis. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. United States of America.
- USGS, 2000. Presentation Slide Methode Gas Analysis, Colorado, USA
- Sigit A.W., 2011., Kandungan Gas Metana Batubara Daerah Nibung, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan., Buletin Sumber Daya Geologi Volume 6. No 1 2011., Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Wikipedia, 2011., Metana, (online), <http://www.id.wikipedia.org/wiki/Metana.html>, diakses tanggal 16 Juni 2011.

Diterima tanggal 11 April 2011  
Revisi tanggal 16 Agustus 2011

## DISTRIBUSI MINERALOGI PASIR BESI PADA JALUR PANTAI SELATAN KEBUMEN – KUTOARJO

Oleh:

**Chusni ANSORI<sup>1)</sup>, SUDARSONO<sup>2)</sup>, SAEFUDIN<sup>3)</sup>**

1) dan 3) Peneliti Madya, LIPI – Karangsembung, Kebumen,  
2) Peneliti Madya, Puslit Geoteknologi – LIPI,

### SARI

Mineral yang didapatkan berupa mineral magnetik dan bukan magnetik yang merupakan mineral pengotor. Mineral magnetik berupa magnetit lepas dan magnetit ikat dengan mineral olivin, piroksin, biotit, dan hornblenda. Sedangkan mineral bukan magnetik berupa kuarsa, plagioklas, K-feldspar, zirkon, rutil, dan karbonat/fosil. Pada pasir halus (ukuran 100 #) kandungan magnetit ikat serta asosiasi mineral lain yang mengandung unsur besi mencapai 37,41% sedangkan magnetit lepas 16,73%. Pada pasir kasar-sedang (ukuran 50 #) kandungan magnetit ikat 22,47% dan magnetit lepas 11,47%. Mineral magnetik sebagian besar terdapat pada pasir halus dengan ukuran +100# hingga -100#. Pola sebaran mineral bersifat magnetik pada fraksi kasar maupun halus cenderung meningkat ke arah timur (Kutoarjo). Sedangkan mineral bukan magnetik seperti kuarsa, plagioklas, k-feldspar dan zirkon semakin tinggi kandungannya ke arah barat. Perbedaan karakteristik sebaran mineral karena kontrol geologi dan proses liberasi magnetit yang berbeda.

**Kata Kunci :** Pasir Besi, Mineralogi, Magnetit

### ABSTRACT

*The obtained minerals consist of magnetic and non magnetic mineral as gangue mineral. Magnetic mineral present as free magnetite and bond magnetite with olivine, pyroxene, biotite and hornblende. The non magnetic mineral such as quartz, plagioclase, K-feldspars, zircon, rutile and carbonate/fossils. In fine sand (100#) the content of bound magnetite and associated mineral containing iron reaches 37,41% and free magnetite 16,73%. While coarse – medium sand (50 #), bond magnetite reaches 22,47% and free magnetite 11,47%. Distribution of magnetic mineral in fine – coarse sand tends to increase east ward (Kutoarjo), but non magnetic mineral such as quartz, plagioclase, K-feldspar and zircon increase to west ward (Kebumen). The difference of mineral characteristics may be caused by geological and magnetite liberation control.*

**Key Words :** Iron Sand, Mineralogy, Magnetite

### PENDAHULUAN

Pantai selatan Jawa secara umum memiliki potensi bahan tambang pasir besi yang bernilai ekonomis. Di pantai selatan Jogjakarta khususnya di sekitar muara Sungai Progo memiliki cadangan 605 juta ton pasir besi atau sebanding dengan 65 juta ton Fe dengan luas area pantai sepanjang 22 km dan lebar 1.8 km. Di pantai selatan Cilacap penambangan telah dilakukan sejak tahun 1960 – 1972 di bawah konsesi PT. Antam, Tbk. Aktivitas penambangan pasir besi di daerah ini telah memproduksi 300.000 ton konsentrat bijih besi/tahun sejak tahun 1971 – 1978, terutama untuk memenuhi target ekspor ke Jepang. Sejak 1 Oktober 2003

operasional penambangan telah resmi dihentikan dan sedang dalam proses pengkajian penutupan tambang (Danny, 2005).

Pemanfaatan bahan tambang pasir besi di Indonesia cukup beragam. Pasir besi dalam bentuk bahan mentah atau raw material dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam industri semen dan industri pembuatan baja. Menurut Fatni Mufit dkk (2006), keberadaan unsur Fe tersebut umumnya berasal dari mineral magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), serta mineral magnetik lain seperti hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan ilmenit ( $\text{FeTiO}_3$ ).

Secara geografis, posisi pantai selatan Purworejo - Kebumen berada diantara daerah

prospek pasir besi di Kabupaten Cilacap dan Kabupaten Kulonprogo. Keberadaan sungai besar yang berhulu pada batuan produk gunung api, memungkinkan keberadaan endapan residual pasir besi di bagian hilirnya. Sumber pasir besi di pantai selatan Jogjakarta dipengaruhi oleh keberadaan DAS Progo yang berhulu di Gunung Merapi. Keberadaan potensi pasir besi di muara Sungai Bogowonto dan Wawar diperkirakan berkaitan dengan produk gunung api. Sedangkan kemungkinan potensi pasir besi pada muara Sungai Luk Ulo berasal dari kompleks *mélange* Luk Ulo yang berumur Pra-Tersier serta batuan vulkanik Formasi Waturanda. Keberadaan DAS Bogowonto, Cokroyasan, Wawar, Luk Ulo dan Telomoyo yang bermuara di pantai selatan Kabupaten Purworejo-Kebumen menarik untuk dikaji potensi pasir besinya. Potensi pasir besi ini berkaitan dengan sifat dan karakteristik mineral magnetik yang terdapat di dalam pasir besi. Adanya variasi mineral magnetik di dalam pasir besi memungkinkan munculnya alternatif pemanfaatan pasir besi yang lebih ekonomis. DAS Luk Ulo bersumber dari batuan kompleks *mélange*, dimana salah satu sumber batumannya berupa batuan basa – ultra basa dari bagian lempeng samudera yang diketahui kandungan  $TiO_2$  relatif lebih tinggi. Sumber batuan asal yang berbeda ini kemungkinan akan berpengaruh terhadap kelimpahan titanium di dalam endapan pasir besi yang bersumber dari DAS Luk Ulo.

### Geologi

Menurut Bronto (2007), dataran Purworejo tersusun oleh endapan alluvium yang terdiri dari endapan kipas alluvium Kutoarjo (KAK), endapan kipas alluvium Purworejo (KAP), endapan alluvium pantai tua (APT) dan endapan alluvium pantai muda (APM). Endapan alluvium pantai tua (APT) di Purworejo diperkirakan dimulai dari sebelah selatan endapan kipas alluvium Purworejo yang ditunjukkan oleh bentang alam dataran bergelombang yang semakin nyata ke selatan. Di bagian tengah dan utara terdapat gosong sungai (bekas sungai purba) berarah barat - barat laut, yang sejajar dengan Kali Lereng dan Kali Pasir di sebelah selatannya serta garis pantai selatan. Endapan alluvium pantai muda (APM), merupakan perkembangan endapan alluvium pantai tua, yang dimulai dari Kali Lereng Barat dan Kali Lereng Timur hingga pantai selatan Purworejo sekarang. Endapan Alluvium Pantai Muda ini dicirikan oleh bentuk lahan bergelombang yang semakin kuat ke selatan dan di cekungan gelombang terdapat aliran sungai sejajar berarah barat - timur, di antaranya adalah Kali Lereng, Kali Pasir dan gosong sungai bekas

perkembangan garis pantai ke selatan yang sejajar berarah barat – timur.

Di dataran pantai selatan Jawa Tengah termasuk dataran Purworejo, diendapkan bahan rombakan batuan tua sehingga membentuk Endapan Aluvium. Dari data pemboran, di bawah endapan pasir pantai mulai kedalaman 64 m terdapat sedimen lempung pasiran kaya moluska yang mencirikan endapan laut dangkal sampai rawa, berumur Plio-Plistosen (Sanyoto, 2007, : dalam Bronto, 2007).

### Metode

Studi ini meliputi penelitian lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan dengan melakukan pemboran tangan (*hand auger*) hingga kedalaman 2 m, untuk mendapatkan perconto pasir besi. Penelitian laboratorium menggunakan metode analisis mineralogi butir yang sebelumnya dilakukan separasi pasir besi pada 4 fraksi ukuran butir yaitu : +30 #, -30+50 #, -50+100 #, -100 # dan ditimbang setiap fraksi. Metode analisis berat mineral dilakukan dengan *picking*, yaitu menghitung %volume setiap jenis mineral dibawah mikroskop binokuler. Prosentase berat mineral dihitung dengan mengalikan % volume dengan berat jenis masing masing mineral dan disesuaikan dengan berat timbangan untuk tiap-tiap fraksi.

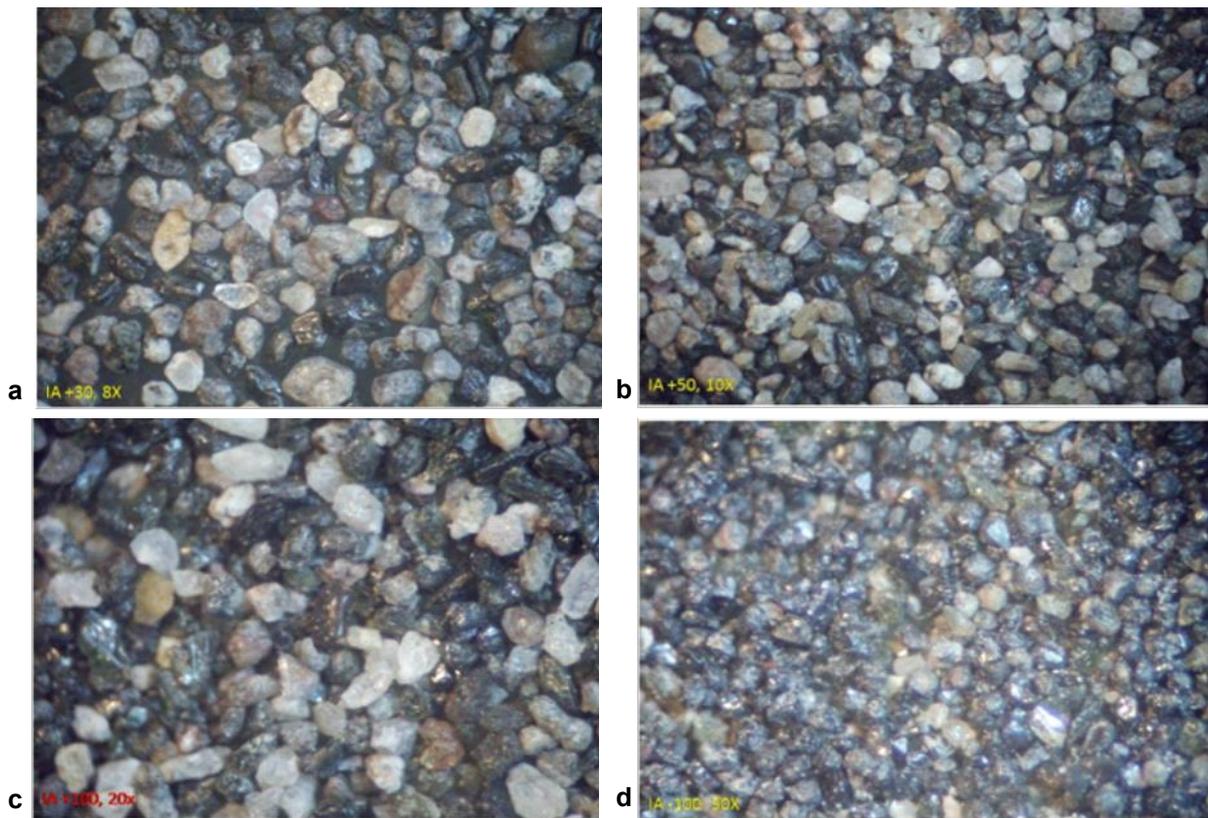
### HASIL DAN ANALISIS

#### Penelitian lapangan

Pasir besi utamanya terdapat pada endapan alluvium pantai muda (APM) dimulai dari garis pantai selatan sebelah timur tinggian Karangbolong hingga Sungai Wawar di Purworejo dengan lebar areal mencapai 4 km. Endapan APM ditandai dengan gumpul pasir yang membentuk pematang pantai berarah barat – timur diantara lembah sejajar garis pantai (Bronto, 2007). Pematang pantai umumnya telah dimanfaatkan sebagai pemukiman atau kebun campuran karena mempunyai elevasi lebih tinggi dibanding sekitarnya, sementara itu lembahnya merupakan lahan persawahan subur dengan litologi pasir halus hingga lempung.

Di daerah penelitian (Gambar 1) pasir besi terdapat pada areal sepanjang 39,16 km serta lebar bervariasi 1, 8 km (bagian timur) hingga 3,4 km (bagian barat) yang terbagi kedalam daerah I, II dan III. Adapun luas daerah I (timur S. Wawar) 1703.585 hektar, daerah II (S. Wawar – S. Luk Ulo) 4434.928 hektar dan daerah III (S. Luk Ulo – S. Cincingguling) 5362.290 hektar (Ansori dkk, 2010). Perconto diambil pada jalur selatan (sekitar 500 m dari laut), jalur tengah (sekitar 1 km) dan Utara (sekitar 1,5 km).





**Gambar 2.** Foto mikrograf pasir besi lokasi I-A pada berbagai ukuran a) Ukuran +30#, didominasi oleh magnetit ikat, piroksin, hornblenda, kuarsa b) Ukuran +50 #, didominasi oleh magnetit ikat, magnetit lepas, piroksin, hornblenda, plagioklas c) Ukuran +100#, didominasi oleh magnetit lepas, piroksin, hornblenda dan magnetit ikat, tengah dan utara terdapat pada gambar 3 hingga 11. d) Ukuran -100#, didominasi oleh magnetit lepas, piroksin, hornblenda, olivin dan rutil

**Analisis Mineralogi Butir**

Analisis mineralogi butir dilakukan pada 60 percontonya pasir hasil separasi ukuran butir pada ukuran (*mesh*) +30#, +50#, + 100# dan -100# yang didapatkan dari 15 (lima belas) lokasi. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1, 2 dan 3 serta grafik sebaran mineralogi pada jalur selatan, tengah dan utara terdapat pada gambar 3 hingga 11.

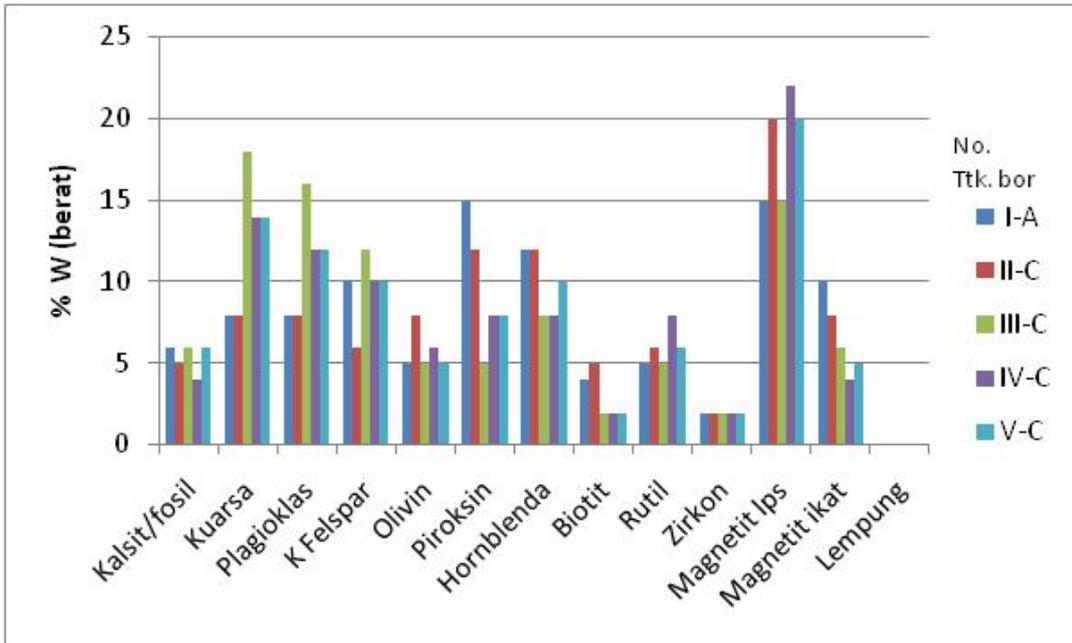
Pada jalur selatan sebaran mineral magnetit lepas secara menyeluruh terlihat lebih banyak dijumpai pada pasir halus (+100 #) hingga sangat halus (-100#) yang bertolak belakang dengan sebaran mineral magnetit ikat dimana lebih banyak pada pasir sedang (+50#) hingga kasar (+30#). Mineral magnetit ikat ditemukan sebagai inklusi dalam mineral mafik seperti piroksin, hornblenda, biotit, dan olivin. Mineral bukan magnetik seperti kuarsa, plagioklas, K-feldspar, zirkon dan rutil tersebar merata pada pasir sedang hingga halus, namun sebaran

lempung cenderung tinggi hingga mencapai 20% pada pasir sangat halus.

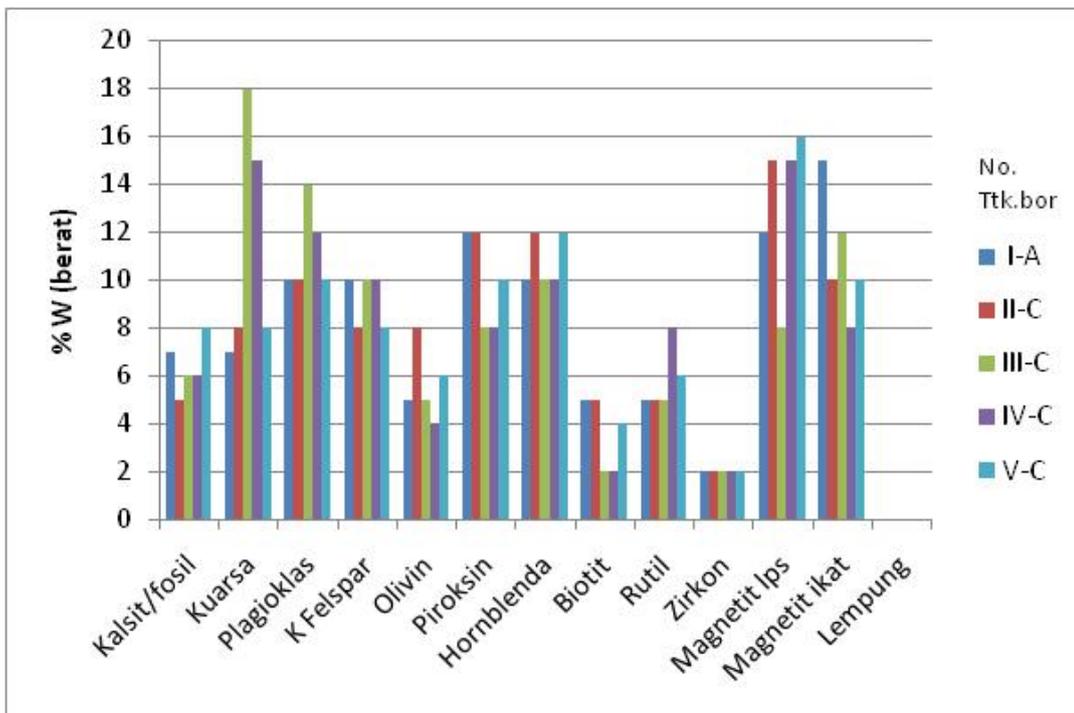
Pada pasir halus (+100#) sebaran magnetit lepas meningkat ke arah barat hingga mencapai 22%. Sementara itu magnetit ikat distribusinya meningkat ke arah timur, 4 % pada lokasi IV-B hingga 10% pada lokasi I-B. Prosentase mineral bukan magnetik yang cukup signifikan adalah kuarsa, plagioklas, feldspar, dan rutil yang cenderung meningkat ke arah barat. Piroksin dan biotit cenderung meningkat ke arah timur.

Sedangkan pada pasir sedang (+50#) magnetit lepas dijumpai lebih dominan (8–16%) dibandingkan magnetit ikat (8–15 %). Magnetit lepas cenderung lebih banyak ke arah barat sedangkan magnetit ikat lebih banyak ke arah timur. Mineral lain yang dijumpai cukup signifikan adalah kuarsa (6–18%), plagioklas (10-14%), piroksin (8–12%), hornblenda (10–12%). Mineral kuarsa dan rutil cenderung tersebar lebih banyak

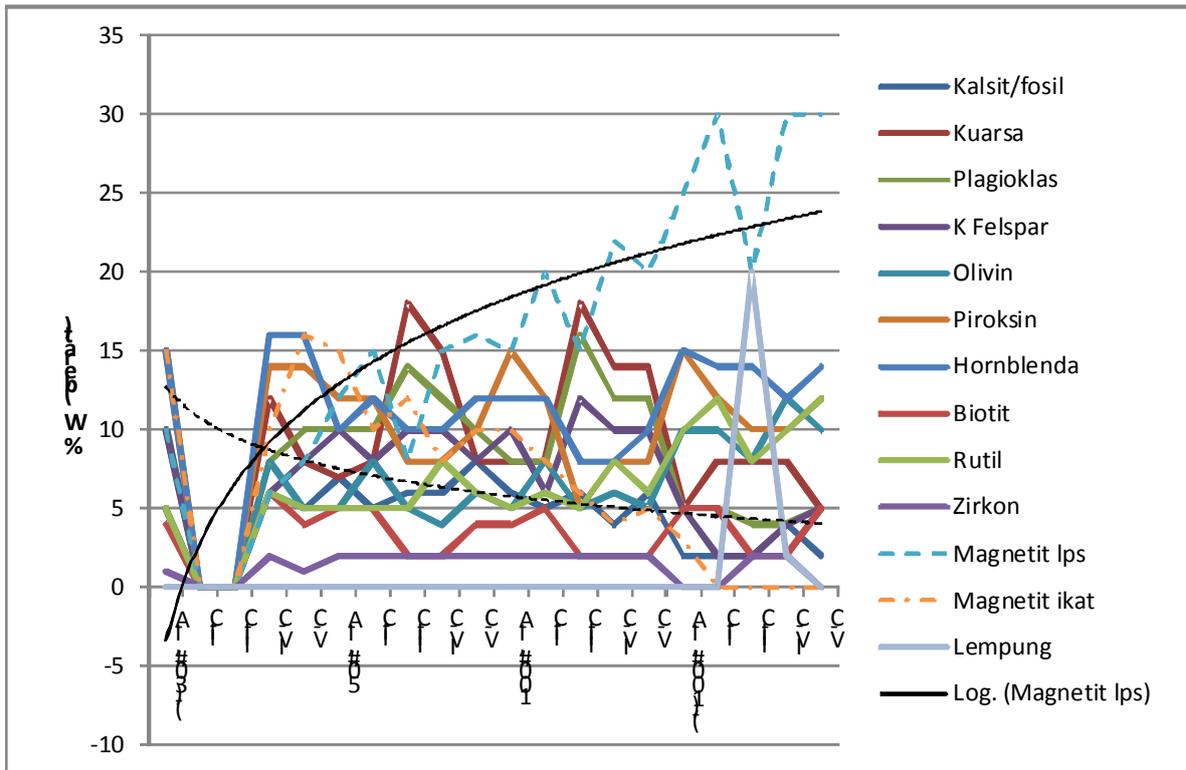
Jalur Selatan



Gambar 3. Grafik distribusi pasir besi jalur selatan pada pasir halus (+100#)

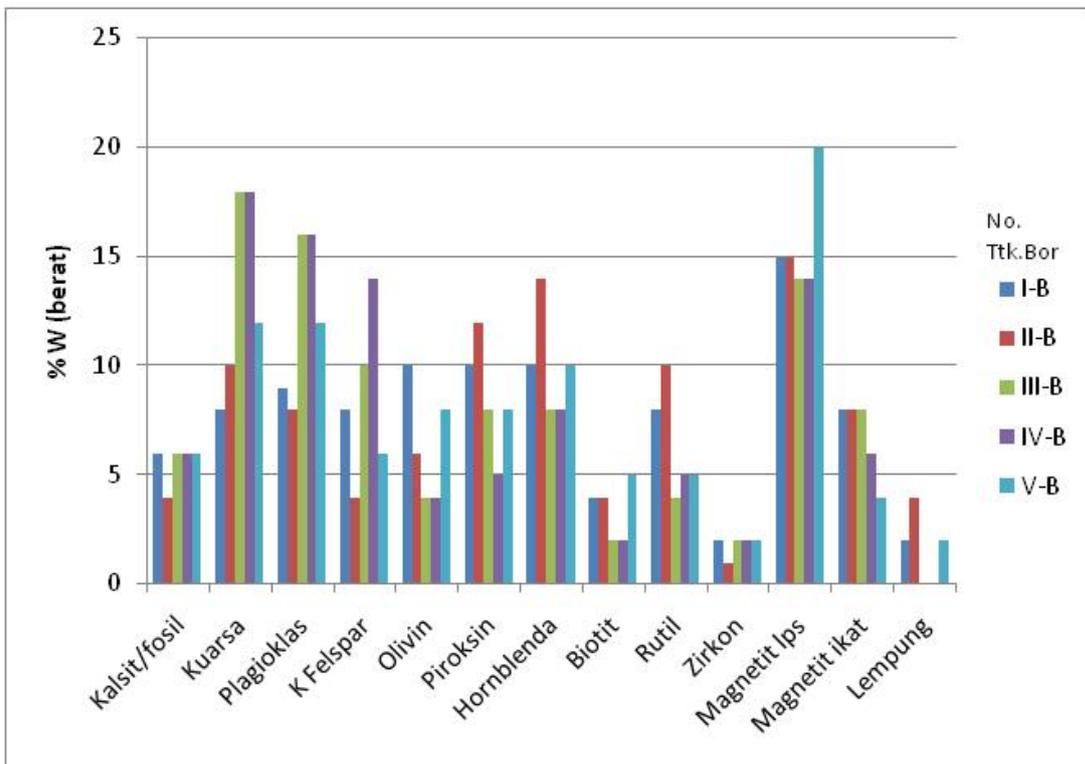


Gambar 4. Grafik sebaran pasir besi jalur selatan pada pasir sedang (+50#)

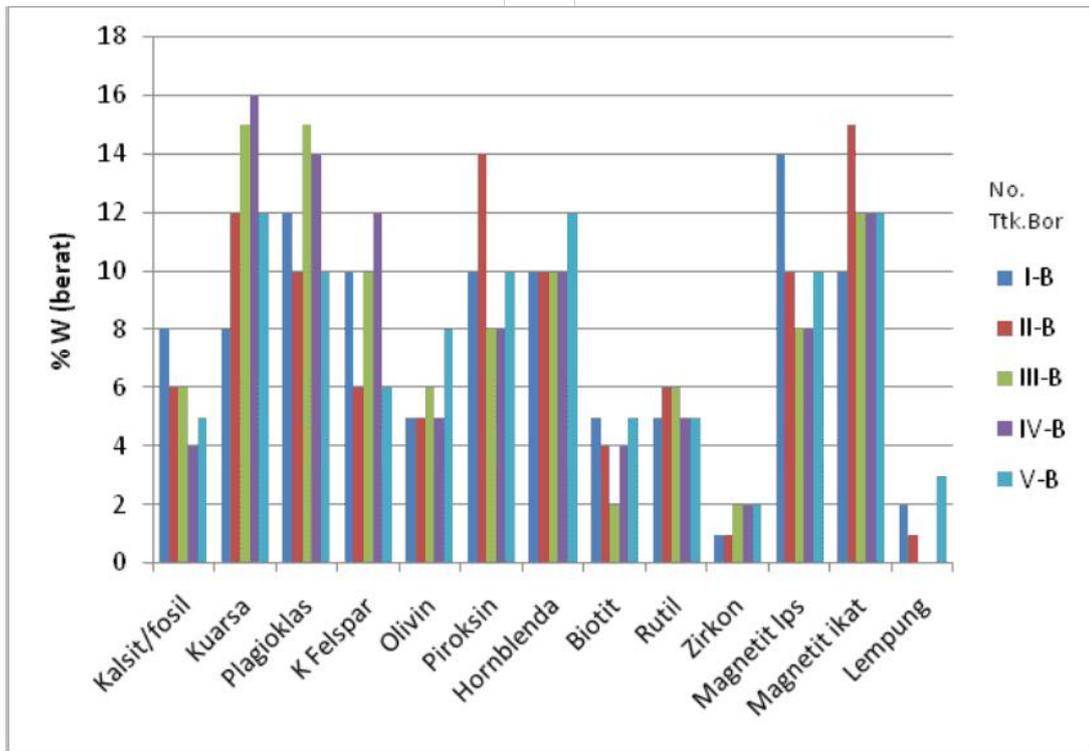


Gambar 5. Grafik sebaran mineral pada jalur selatan

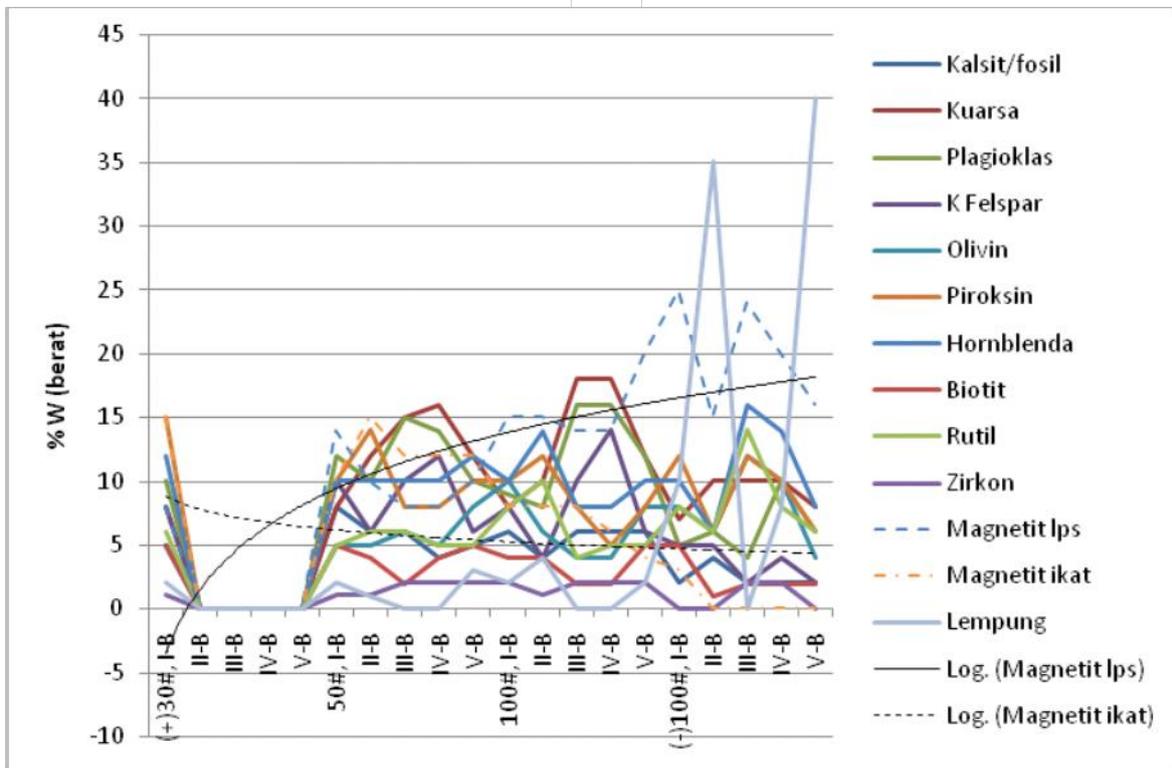
Jalur Tengah



Gambar 6. Grafik sebaran pasir besi jalur tengah pada pasir halus (+100#)

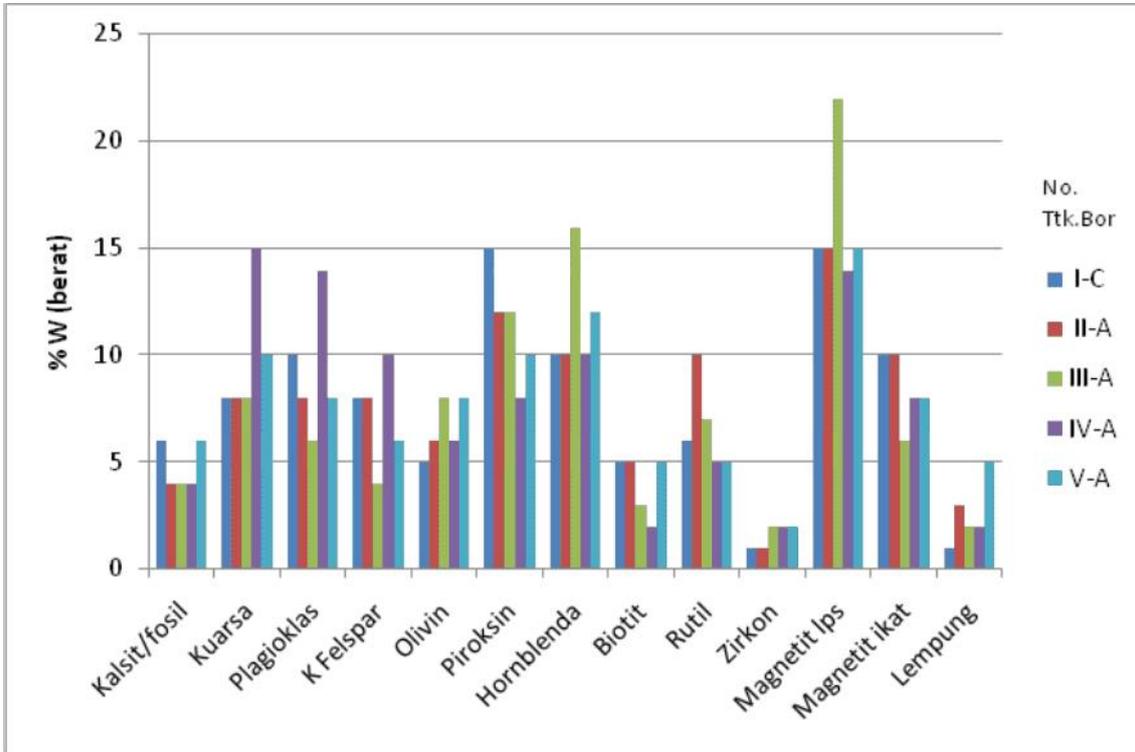


Gambar 7. Grafik sebaran pasir besi jalur tengah pada pasir sedang (+50#)

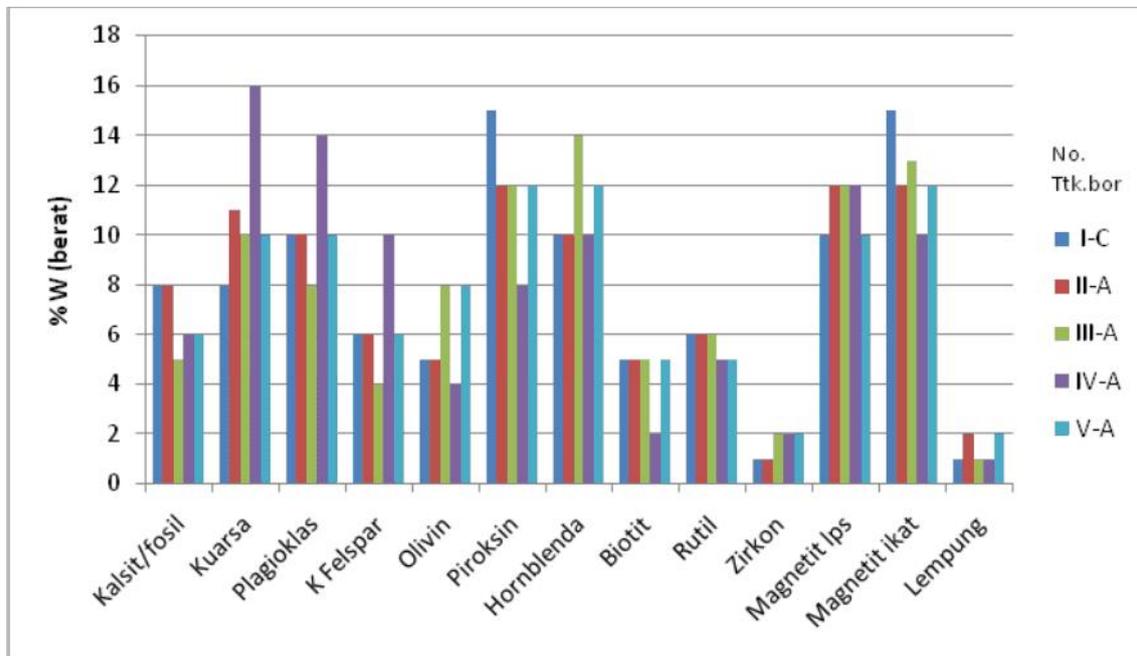


Gambar 8. Grafik sebaran mineral pada jalur tengah

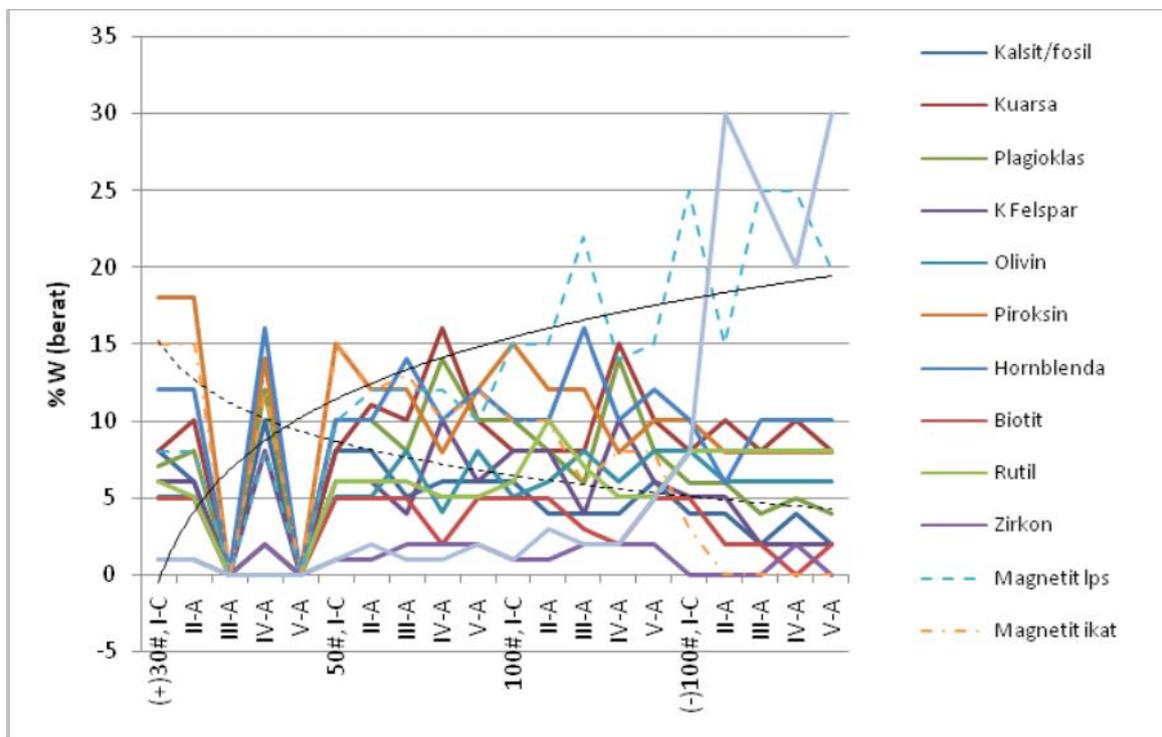
Jalur Utara



Gambar 9. Grafik sebaran pasir besi jalur utara pada pasir halus (+100#)



Gambar 10. Grafik sebaran pasir besi jalur utara pada pasir sedang (+50#)



Gambar 11. Grafik sebaran mineral pada jalur utara

Pada pasir halus (+100#) didominasi oleh magnetit lepas pada semua lokasi (15–22%) dengan prosentase terbanyak pada lokasi III-A di Desa Entak, dibandingkan magnetit terikat. Magnetit terikat cenderung menurun ke arah barat (6–10%). Mineral lain yang dijumpai cukup signifikan pada pasir halus adalah piroksin dan hornblenda. Sedangkan pada pasir sedang (+50#) magnetit ikat dijumpai lebih dominan (10–15%) bersama dengan kuarsa (10–16%), piroksin (8–15%), hornblenda dan plagioklas (10–14%) dibandingkan magnetit lepas yang cenderung lebih sedikit (10–2%). Magnetit ikat lebih banyak tersebar ke arah timur daerah penelitian.

**DISKUSI**

Komponen yang mengandung unsur besi signifikan adalah magnetit dan oksida besi. Unsur besi juga terkandung dalam mineral mafik seperti olivin, piroksin, hornblenda dan biotit yang digolongkan sebagai mineral pengotor. Sedangkan mineral pengotor lainnya yang tidak mengandung besi adalah: silika, kuarsa, plagioklas, ortoklas, rutil dan kalsit.

Mineral magnetit terutama terdapat

dalam ukuran sangat halus pada fraksi diatas +100#. Sebagian besar magnetit terdapat sebagai inklusi dalam kristal mineral mafik seperti piroksin. Dengan kata lain magnetit terikat dalam mineral lain, sehingga kalau ditangkap dengan magnet masih banyak mengandung mineral pengotor.

Berdasarkan hasil analisis sebaran mineral, mineral magnetit lepas kecenderungannya lebih banyak dijumpai pada fraksi halus utamanya di atas 100 #, sedangkan pada pasir kasar (35 #) hingga sedang (50 #) kandungan mineral magnetit lepas cenderung sedikit. Mineral magnetit selain ditemukan sebagai mineral lepas juga bisa didapatkan sebagai inklusi yang terikat dengan piroksin, hornblenda, biotit, dan olivin. Pola sebaran magnetit ikat berlawanan dengan magnetit lepas, dimana magnetit ikat lebih banyak dijumpai pada pasir sedang hingga kasar sedangkan mineral magnetit lepas lebih banyak dijumpai pada pasir halus. Mineral bukan magnetik seperti kuarsa, plagioklas, rutil, zirkon dan kalsit mempunyai kecenderungan sebaran yang stabil baik pada fraksi kasar maupun halus. Prosentase lempung juga sangat meningkat pada pasir sangat halus (- 100 #)

**Tabel 4.**

Rekapitulasi pola sebaran mineral pada ukuran +100 mesh berdasarkan analisis mineralogi butir

No	Mineral	Pola sebaran ke arah barat - : berkurang, + : bertambah, 0 : tidak nyata					Keterangan
		Jalur Selatan	Jalur Tengah	Jalur Utara	Jumlah % W	% W	
1.	Kalsit/fosil	-	0	0	79	5,27	Tidak nyata polanya
2.	Kuarsa	+	+	+	177	11,80	Bertambah ke barat
3.	Plagioklas	+	+	+	163	10,86	Bertambah ke barat
4.	K-Feldspar	+	+	0	126	8,40	Bertambah ke barat
5.	Olivin	-	-	+	94	6,27	Berkurang ke barat
6.	Piroksin	-	-	-	148	9,87	Berkurang ke barat
7.	Hornblenda	-	-	0	158	10,53	Berkurang ke barat
8.	Biotit	-	-	-	52	3,47	Berkurang ke barat
9.	Rutil	+	-	-	95	6,33	Berkurang ke barat
10.	Zirkon	0	+	+	27	1,80	Bertambah ke barat
11.	Magnetit lepas	+	+	-	251	16,73	Bertambah ke barat
12.	Magnetit ikat	-	-	-	109	7,27	Berkurang ke barat
13.	Lempung	0	0	+	21	1,40	Tidak nyata polanya

Berdasarkan data pada tabel 4, secara umum terlihat bahwa pola sebaran magnetit lepas berlawanan dengan pola sebaran magnetit ikat, magnetit lepas lebih banyak tersebar ke arah barat sedangkan magnetit ikat ke arah timur. Mineral magnetit ikat berasosiasi dengan olivin, piroksin, hornblenda, dan rutil dengan pola penyebaran semakin kecil ke arah barat. Sedangkan kuarsa, plagioklas, k-feldspar, dan zirkon berasosiasi dengan magnetit lepas, dengan pola sebaran semakin bertambah banyak ke arah barat. Mineral yang mengandung unsur besi meliputi; magnetit, olivin, piroksin, hornblenda dan biotit. Sedangkan kuarsa, plagioklas, dan feldspar merupakan mineral pengotor yang tidak mengandung unsur besi. Magnetit lepas maupun magnetit ikat merupakan mineral yang mengandung unsur besi dan bersifat magnetik, namun jumlah total magnetit ikat serta asosiasi mineral lain yang mengandung unsur besi lebih banyak (37,41%) dibandingkan

mineral magnetit lepas (16,73%), maka kandungan pasir besi pada ukuran 100 # akan lebih banyak ke arah timur. Meningkatnya kandungan mineral magnetit lepas dalam pasir besi ke arah timur, kemungkinan terkait dengan kondisi geologi hulu DAS Bogowonto dan Wawar yang didominasi oleh produk batuan vulkanik. Sedangkan pada bagian tengah dan barat sebaran produk batuan vulkanik (Formasi Waturanda dan kelompok batuan Ofiolit) tidak seluas di bagian timur. Pasir besi ini bukan merupakan pasir besi lepas namun masih banyak mineral pengotornya.

Berdasarkan data pada tabel 5 terlihat bahwa magnetit yang terikat pada fraksi pasir sedang (+50#) lebih banyak tersebar ke arah timur sedangkan magnetit lepas pola sebarannya tidak jelas. Mineral yang tidak mengandung unsur besi seperti kuarsa, plagioklas, k-feldspar, dan zirkon secara nyata pola sebarannya bertambah banyak ke arah

barat. Mineral yang mengandung unsur besi hanya piroksin yang sebarannya bertambah ke arah timur, sedangkan olivin dan hornblenda justru bertambah ke arah barat. Jumlah magnetit ikat (11,87%) lebih banyak dibandingkan magnetit lepas (11,47%), magnetit ikat pola sebarannya setipe dengan piroksin sedangkan magnetit lepas dengan olivin, hornblenda serta mineral yang tidak mengandung unsur besi seperti kuarsa, plagioklas, dan k-feldspar. Data pada grafik sebaran mineral semua jalur (Gambar 5, 8 dan 11) memperlihatkan pola sebaran magnetit lepas berlawanan dengan magnetit ikat.

Berdasarkan Tabel 5, jumlah mineral yang mengandung unsur besi pada ukuran 50# yang tersebar banyak ke arah barat adalah olivin dan hornblenda sebanyak 16,68% berat, sedangkan yang ke arah timur berupa magnetit ikat dan piroksin sejumlah 22,47% berat, sehingga kandungan mineral magnetik pada fraksi 50# lebih banyak tersebar ke arah timur (Kutoarjo). Pola penyebaran mineral bersifat magnetik baik pada fraksi halus maupun kasar mempunyai kecenderungan lebih banyak ke arah timur dan ini berlawanan dengan pola sebaran mineral bukan magnetik seperti kuarsa, plagioklas, kalsit, k-feldspar dan fosil yang cenderung bertambah banyak ke arah barat.

Meningkatnya kandungan pasir besi ke arah Timur, kemungkinan terkait dengan kondisi geologi hulu DAS Bogowonto dan DAS Wawar yang didominasi oleh produk batuan vulkanik. Formasi Andesit Tua dan endapan vulkanik Merapi diketahui sebagai pembawa pasir besi yang baik di sekitar Kulon Progo dan Bantul. Sedangkan pada bagian Tengah dan Barat sebaran produk batuan vulkanik (Formasi Waturanda dan kelompok batuan Ofiolit) tidak seluas di bagian timur. Hulu DAS Luk Ulo dan DAS Telomoyo singkapan batuan vulkaniknya lebih sempit dengan formasi batuan lebih beragam dibandingkan DAS Bogowonto dan DAS Wawar sehingga kandungan mineral magnetiknya lebih kecil. Struktur geologi yang menyebabkan pengangkatan dan perusakan batuan di bagian barat lebih kompleks, namun karena sumber batuan induknya tidak seluas di bagian timur maka kandungan magnetiknya juga menjadi lebih kecil. Sebaran endapan aluvial

pantai muda dan pembentukan gumuk di bagian barat lebih luas dibandingkan bagian timur, hal ini menandakan bahwa proses erosi dan pengendapan material asal darat lebih dominan di bagian barat, namun karena luas singkapan batuan vulkanik lebih sempit dengan formasi batuan bervariasi maka kandungan mineral kuarsa, plagioklas, K-feldspar, zirkon, rutil dan karbonat sebagai pengotor menjadi dominan, sedangkan mineral magnetiknya sedikit.

Pasir besi di daerah penelitian bukan merupakan mineral lepas namun masih banyak mineral pengotornya. Proses liberasi alamiah yang meliputi dekomposisi batuan, erosi, transportasi, abrasi pantai dan pencucian mineral akan menghasilkan pasir besi dengan ukuran lebih halus serta mineral magnetit lepas lebih banyak. Dengan semakin halusya ukuran pasir besi maka magnetit ikat yang berada sebagai inklusi dalam mineral piroksin, olivin, biotit dan hornblenda akan lepas menjadi magnetit lepas. Derajat liberasi mineral magnetit di bagian barat lebih tinggi dibandingkan bagian timur sehingga kandungan mineral magnetit lepas lebih banyak ke arah barat dibandingkan timur. Proses liberasi yang intensif lebih dimungkinkan karena umur batuan kompleks Melange lebih tua dengan struktur geologi lebih kompleks sehingga proses dekomposisi, erosi, transportasi, abrasi dan pencucian mineral berjalan lebih intensif, namun sayangnya sumber batuan vulkaniknya tidak seluas di bagian timur.

Mineral magnetit dapat ditangkap dengan magnetik separator, adapun hematit tidak. Untuk meningkatkan perolehan bijih besi dilakukan dengan metoda gayaberat, memanfaatkan beda berat jenis dengan mineral pengotornya. Metode gaya berat tersebut dapat menggunakan metoda sentrifugal, ayak getar atau stimulasi gelombang pantai. Keberadaan bijih besi yang masih terikat dengan mineral lain pada fraksi +30# hingga +100# menyebabkan perolehan bijih besi masih belum murni, untuk meningkatkan kadar besi perlu dilakukan liberasi fraksi menjadi -100#.

**Tabel 5.**

Rekapitulasi pola sebaran mineral pada ukuran +50 mesh berdasarkan analisis mineralogi butir

No	Mineral	Pola sebaran ke arah barat - : berkurang, +: bertambah, 0: tidak nyata					Keterangan
		Jalur Selatan	Jalur Tengah	Jalur Utara	Jumlah % W	% W	
1.	Kalsit/fosil	+	-	-	94	6,27	Berkurang ke barat
2.	Kuarsa	+	+	+	174	11,60	Bertambah ke barat
3.	Plagioklas	+	+	+	169	11,27	Bertambah ke barat
4.	K-Felspar	-	+	+	122	8,12	Bertambah ke barat
5.	Olivin	-	+	+	87	5,80	Bertambah ke barat
6.	Piroksin	-	-	-	159	10,60	Berkurang ke barat
7.	Hornblenda	0	+	+	162	10,80	Bertambah ke barat
8.	Biotit	-	0	0	60	4,00	Tidak nyata polanya
9.	Rutil	+	-	-	84	5,60	Berkurang ke barat
10.	Zirkon	0	+	+	26	1,73	Bertambah ke barat
11.	Magnetit lepas	+	-	0	172	11,47	Tidak nyata polanya
12.	Magnetit ikat	-	-	-	178	11,87	Berkurang ke barat
13.	Lempung	0	+	0	13	0,87	Tidak nyata polanya

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis dan data yang didapat, maka dapat disimpulkan :

1. Mineral magnetik pada fraksi kasar maupun halus mempunyai kecenderungan tersebar lebih banyak ke arah timur.
2. Mineral magnetik terdapat sebagai mineral ikat maupun mineral lepas dengan pola sebaran yang berlawanan. Mineral magnetik ikat berasosiasi dengan olivin, piroksin, horblenda dan biotit
3. Pada fraksi halus kandungan magnetit ikat serta asosiasi mineral lain yang mengandung unsur besi mencapai 37,41 % sedangkan mineral magnetit lepas sekitar 16,73 %. Pola sebaran magnetit ikat cenderung semakin banyak ke arah timur.

4. Pada fraksi kasar kandungan magnetit ikat dan piroksin 22,47 %, sedangkan magnetit lepas sebanyak 11,47 %. Kandungan mineral magnetik pada fraksi kasar lebih banyak ke arah timur.
5. Pola sebaran mineral bersifat magnetik pada fraksi kasar maupun fraksi halus cenderung meningkat ke arah timur berlawanan dengan pola distribusi mineral non magnetik seperti kuarsa, plagioklas, kalsit, K-fedspar, zirkon yang cenderung bertambah banyak ke arah barat.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Insentif Riset Peneliti dan Perekrayasa Kementerian Negara Riset dan Teknologi – LIPI, th 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori C, Puguh D. Rahardjo, E.Puswanto., 2010. Pola distribusi ukuran butir pasir besi pada jalur Pantai Selatan Purworejo-Kebumen. Prosiding Seminar Nasional Ke-5 Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi; Yogyakarta, 18 Desember 2010; STT Nasional Yogyakarta, Buku 2, hal 162 – 168, ISSN : 1907-5995.
- Arsadi, E.M., Suparyanto,I.H.,Tjiptasmara, Sudrajat Y, Kosasih K, Supriatna N., 2003.; Inventarisasi dan identifikasi air tanah daerah pesisir, studi kasus pada Dataran Alluvial Gombang, Karanganyar Selatan, Jawa Tengah. Laporan teknis penelitian, Puslit Geoteknologi-LIPI, Bandung, Tidak diterbitkan.
- Bronto S., 2007. Genesis endapan aluvium Dataran Purworejo Jawa Tengah; Implikasinya terhadap sumber daya geologi. Jurnal Geologi Indonesia, Bandung, Vol. 2 No. 4, h: 207-215.
- Danny Z H., 2005. Kegiatan pemantauan dan evaluasi konservasi sumberdaya mineral daerah Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah, Kolokium Hasil Lapangan – DIM, Bandung.
- Fatni Mufit, Fadhillah, Harman Amir, Satria Bijaksana, 2006. Kajian tentang sifat magnetik pasir besi dari Pantai Sanur, Pariaman, Sumatera Barat, Jurnal Geofisika, Bandung.
- Indo Mines, Announcement to the Australian Securities Exchange, 23 March 2009. Updated Scoping Study Strengthens Economics and Cash Flow Potential of Jogjakarta Pig Iron Project <http://www.infomine.com/index/pr/Pa735002.PDF>
- Suparyanto I.H., Bakti H, Yuniati M.D., Riska M, Hartanto P, 2006. Sumberdaya air tanah kawasan pesisir Jawa Tengah Selatan, Daerah Puring – Petanahan, Kebumen; Prosiding Seminar Geoteknologi –LIPI, Bandung.

Diterima tanggal 11 April 2011  
Revisi tanggal 16 Agustus 2011

LAMPIRAN

**Tabel 1.**  
Hasil analisis mineralogi butir pasir besi pada jalur Selatan

Ukuran Mineral (% w)	+ 30 mesh					-30 s/d + 50 mesh					- 50 s/d + 100 mesh					- 100 mesh				
	I-A	II-C	III-C	IV-C	V-C	I-A	II-C	III-C	IV-C	V-C	I-A	II-C	III-C	IV-C	V-C	I-A	II-C	III-C	IV-C	V-C
Kalsit/fosil	5	0	0	6	5	7	5	6	6	8	6	5	6	4	6	2	2	2	4	2
Kuarsa	5	0	0	12	8	7	8	18	15	8	8	8	18	14	14	5	8	8	8	5
Plagioklas	10	0	0	8	10	10	10	14	12	10	8	8	16	12	12	5	5	4	4	5
K Felspar	10	0	0	6	8	10	8	10	10	8	10	6	12	10	10	5	2	2	4	5
Olivin	5	0	0	8	5	5	8	5	4	6	5	8	5	6	5	10	10	8	12	10
Piroksin	15	0	0	14	14	12	12	8	8	10	15	12	5	8	8	15	12	10	10	12
Hornblenda	15	0	0	16	16	10	12	10	10	12	12	12	8	8	10	15	14	14	12	14
Biotit	4	0	0	6	4	5	5	2	2	4	4	5	2	2	2	5	5	2	2	5
Rutil	5	0	0	6	5	5	5	5	8	6	5	6	5	8	6	10	12	8	10	12
Zirkon	1	0	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	0
Magnetit ips	10	0	0	6	8	12	15	8	15	16	15	20	15	22	20	25	30	20	30	30
Magnetit ikat	15	0	0	10	16	15	10	12	8	10	10	8	6	4	5	3	0	0	0	0
Lempung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	0

LAMPIRAN

**Tabel 2.**  
Hasil analisis mineralogi butir pasir besi pada jalur Tengah

Ukuran butir	+ 30 mesh					-30 s/d + 50 mesh					- 50 s/d + 100 mesh					- 100 mesh					
	I-B	II-B	III-B	IV-B	V-B	I-B	II-B	III-B	IV-B	V-B	I-B	II-B	III-B	IV-B	V-B	I-B	II-B	III-B	IV-B	V-B	
Mineral (% w)																					
Kalsit/fosil	5	0	0	0	0	8	6	6	4	5	6	4	6	6	6	2	4	2	2	2	2
Kuarsa	8	0	0	0	0	8	12	15	16	12	8	10	18	18	12	7	10	10	10	8	8
Plagioklas	10	0	0	0	0	12	10	15	14	10	9	8	16	16	12	5	6	4	10	6	6
K Felspar	8	0	0	0	0	10	6	10	12	6	8	4	10	14	6	5	5	2	4	2	2
Olivin	5	0	0	0	0	5	5	6	5	8	10	6	4	4	8	8	6	12	10	4	4
Piroksin	15	0	0	0	0	10	14	8	8	10	10	12	8	5	8	12	6	12	10	6	6
Hornblenda	12	0	0	0	0	10	10	10	10	12	10	14	8	8	10	10	6	16	14	8	8
Biotit	5	0	0	0	0	5	4	2	4	5	4	4	2	2	5	5	1	2	2	2	2
Rutil	6	0	0	0	0	5	6	6	5	5	8	10	4	5	5	8	6	14	8	6	6
Zirkon	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	0	0	2	2	0	0
Magnetit ips	8	0	0	0	0	14	10	8	8	10	15	15	14	14	20	25	15	24	20	16	16
Magnetit ikat	15	0	0	0	0	10	15	12	12	12	8	8	8	6	4	3	0	0	0	0	0
Lempung	2	0	0	0	0	2	1	0	0	3	2	4	0	0	2	10	35	0	8	40	40

LAMPIRAN

**Tabel 3.**  
Hasil analisis mineralogi butir pasir besi pada jalur Utara

Ukuran butir	+ 30 mesh					- 30 s/d + 50 mesh					- 50 s/d + 100 mesh					- 100 mesh				
	I-C	II-A	III-A	IV-A	V-A	I-C	II-A	III-A	IV-A	V-A	I-C	II-A	III-A	IV-A	V-A	I-C	II-A	III-A	IV-A	V-A
Mineral (% w)	8	6	0	10	0	8	8	5	6	6	6	4	4	4	6	4	4	2	4	2
Kalsit/fosil	8	10	0	14	0	8	11	10	16	10	8	8	8	15	10	8	10	8	10	8
Kuarsa	7	8	0	12	0	10	10	8	14	10	10	8	6	14	8	6	6	4	5	4
Plagioklas	6	6	0	8	0	6	6	4	10	6	8	8	4	10	6	5	5	2	2	2
K Felspar	5	5	0	0	0	5	5	8	4	8	5	6	8	6	8	8	6	6	6	6
Olivin	18	18	0	14	0	15	12	12	8	12	15	12	12	8	10	10	8	8	8	8
Piroksin	12	12	0	16	0	10	10	14	10	12	10	10	16	10	12	10	6	10	10	10
Hornblenda	5	5	0	2	0	5	5	5	2	5	5	5	3	2	5	5	2	2	0	2
Biotit	6	5	0	2	0	6	6	6	5	5	6	10	7	5	5	8	8	8	8	8
Rutil	1	1	0	2	0	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	0	0	0	2	0
Zirkon	8	8	0	8	0	10	12	12	12	10	15	15	22	14	15	25	15	25	25	20
Magnetit Ips	15	15	0	12	0	15	12	13	10	12	10	10	6	8	8	3	0	0	0	0
Magnetit ikat	1	1	0	0	0	1	2	1	1	2	1	3	2	2	5	8	30	25	20	30
Lempung																				

## STRATIGRAFI DAN KETERDAPATAN BATUBARA PADA FORMASI LATI DI DAERAH BERAU, KALIMANTAN TIMUR

Oleh:

**Sigit Maryanto**

Pusat Survei Geologi,  
Jl. Diponegoro 57 Bandung

### SARI

Beberapa lintasan stratigrafi rinci di daerah Lati, Binungan dan Sambarata telah diukur guna mengetahui keterdapatan dan kedudukan stratigrafi satuan pembawa batubara Formasi Lati di daerah Berau, Kalimantan Timur. Data stratigrafi memperlihatkan bahwa Formasi Lati yang terendapkan kala Miosen Tengah di lingkungan rawa-rawa pada hutan hujan yang berada di dataran delta hingga sungai, dengan ketebalan total terukur mencapai 400 meter.

Perlapisan batubara mulai hadir secara setempat di bagian tengah formasi, berkembang dengan baik di bagian atas formasi, dan sangat jarang dijumpai di bagian teratas formasi. Perlapisan batubara tersebut pada umumnya berwarna hitam hingga hitam kecoklatan, *bright-banded* hingga *dull-banded*, terkekarkan kuat, pecah subkonkoidal, densitas sedang, kadang-kadang dengan parting atau lensa batuan silisiklastika sangat halus, dan tebalnya mencapai 650 cm.

**Kata kunci:** Berau, dataran delta, hutan hujan, perlapisan tengah, tercerai.

### ABSTRACT

*Several detailed stratigraphic sections at Lati, Binungan and Sambarata areas have been measured to identify the occurrence and stratigraphy of coal bearing unit of Lati Formation at Berau area, East Kalimantan. Stratigraphic data show that the Lati Formation was generally deposited at Middle Miocene in wet forested swamps of delta plain to fluvial environment, with total measured thickness up to 400 meters.*

*The coal seams locally initiated at the middle part of the formation, well developed at the upper part of the formation, and rarely distributed at the uppermost part of the formation. These coal seams are generally black to brownish black colour, bright-banded to dull-banded, intensively cleated, subconchoidal fractured, moderate density, sometimes with very fine siliciclastics parting or lenses, and up to 650 cm thickness.*

**Keyword:** Berau, delta plain, wet forest, middle seams, splitting.

### PENDAHULUAN

Dalam dasawarsa terakhir ini penggunaan batubara sebagai bahan energi meningkat dengan pesatnya (Anggayana & Widayat, 2007). Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi dapat menjadi salah satu skenario dalam mengatasi krisis energi.

Cekungan Tarakan di Kalimantan Timur terbagi menjadi empat sub-cekungan, yaitu Tarakan, Tidung, Berau, dan Muara (Tossin & Kadir, 1996; Gambar 1). Pembagian menjadi sub-cekungan ini didasarkan keadaan geologi dan sedimentasi pada saat batuan sedimen di lokasi tersebut diendapkan. Selain telah terbukti sebagai penghasil hidrokarbon, termasuk *coalbed methane* (Suwarna dr., 2006), Sub-cekungan Berau juga mempunyai beberapa satuan batuan yang mengandung lapisan

batubara, salah satunya adalah Formasi Lati, khususnya bagian atas yang terendapkan di sungai hingga dataran delta (Suwarna & Hermanto, 2007).

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kedudukan stratigrafi perlapisan batubara yang terdapat di dalam Formasi Lati, dan bertujuan untuk menentukan lingkungan pengendapan batubara yang dijumpai. Untuk itu, maka dilakukan pengumpulan data lapangan dengan pengukuran stratigrafi rinci di tiga lokasi, yaitu Lati, Binungan, dan Sambarata (Gambar 2; Rachmansjah dr., 2003). Selain pengumpulan data lapangan, juga dilakukan pengujian laboratorium yang meliputi kimia, palinologi, dan petrografi.

Daerah penelitian berada di Sub-cekungan Berau, tepatnya pada koordinat 117010' - 117040' BT dan 02000' - 02020' LU, yang secara administratif berada di wilayah Kabupaten Berau dengan ibukota di Tanjungredeb, Propinsi Kalimantan Timur.

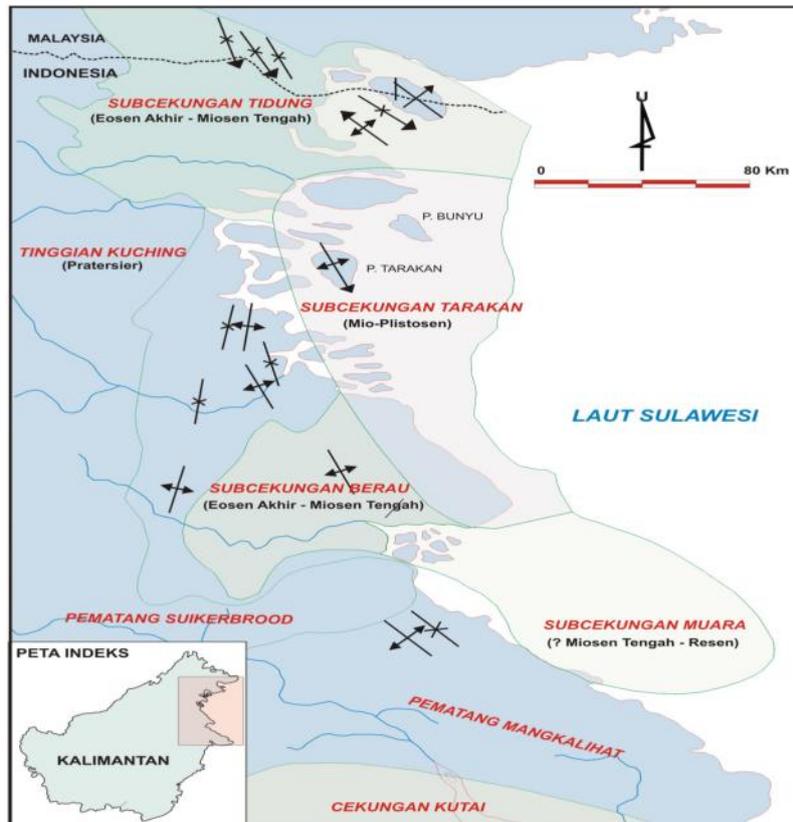
## STRATIGRAFI REGIONAL

Tataan stratigrafi di daerah penelitian (Situmorang & Burhan, 1995; Gambar 3), secara berurutan dimulai dari yang tertua, adalah Formasi Sembakung, Formasi Talabar, Formasi Birang, Formasi Lati, Formasi Labanan, Formasi Domaring, Formasi Sinjin, dan Aluvium.

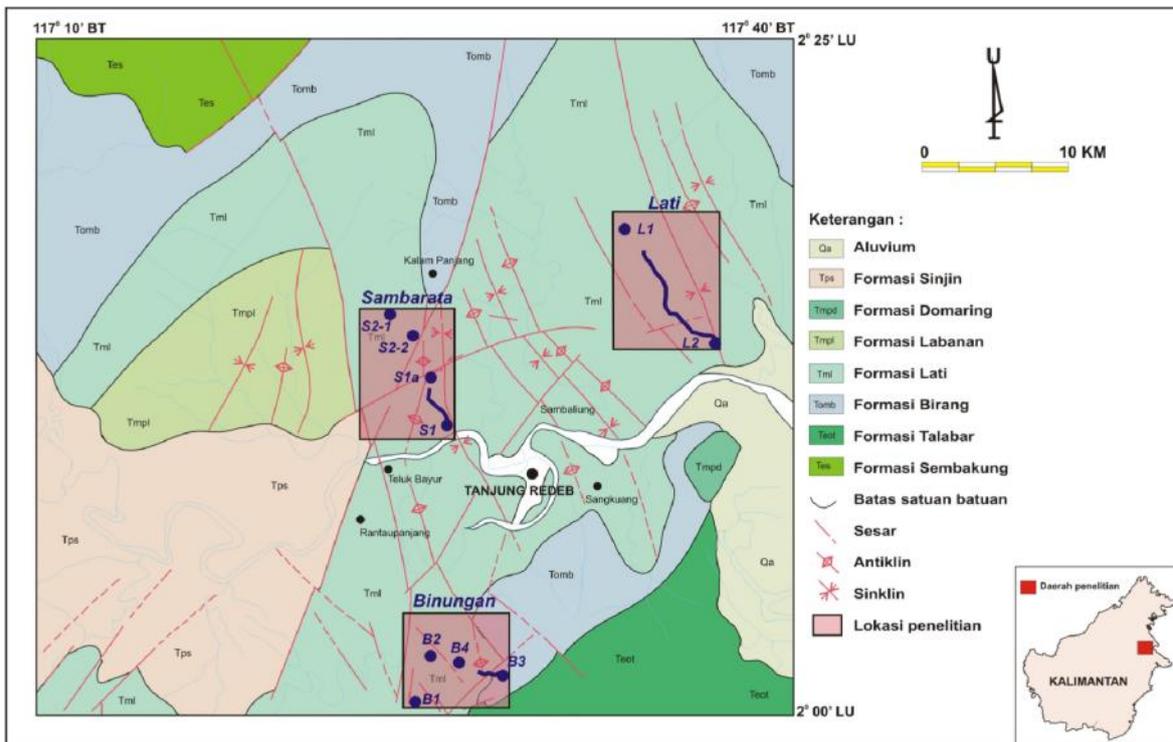
Batuan Tersier Awal terdiri atas Formasi Sembakung, Formasi Talabar, dan Formasi Birang. Formasi Sembakung menindih takselaras batuan alas Kapur Akhir, terdiri atas batuan silisiklastika karbonatan dari lingkungan laut pada kala Eosen. Formasi Talabar terdiri atas batuan silisiklastika halus dan karbonat dari lingkungan fluviatil - laut dangkal pada kala Eosen-Oligosen. Formasi Birang menindih takselaras di atas Formasi Talabar, terdiri atas batuan silisiklastika, karbonat, dan tuf dari lingkungan laut dangkal hingga laut dalam pada kala Oligo-Miosen.

Formasi Lati (koreksi dari Formasi Lati) berdasarkan nama sungai yang dipakai sebagai lokasi tipe di daerah penelitian) menindih selaras di atas Formasi Birang, terdiri atas batuan silisiklastika halus dan batubara yang pada bagian bawahnya karbonatan dari lingkungan delta, estuarin dan laut dangkal kala Miosen Awal - Miosen Tengah dengan ketebalan sekitar 800 meter. Secara berurutan Formasi Lati tertindih takselaras oleh Formasi Labanan, Formasi Domaring, dan Formasi Sinjin.

Formasi Labanan menindih takselaras di atas Formasi Lati, terdiri atas batuan silisiklastika disisipi batubara dari lingkungan fluviatil pada Miosen Akhir - Pliosen. Formasi Domaring menjemari dengan Formasi Labanan, terdiri atas batuan karbonat dengan sisipan lignit dari lingkungan rawa - litoral pada kala Miosen Akhir - Pliosen. Formasi Sinjin terendapkan selaras di atas Formasi Labanan dan Formasi Domaring, terdiri atas batuan volkaniklastika dari lingkungan darat pada kala Pliosen. Aluvium menindih takselaras satuan batuan yang sudah terbentuk tersebut.



Gambar 1. Peta wilayah Cekungan Tarakan yang terbagi menjadi empat subcekungan, yaitu Tidung, Tarakan, Berau dan Muara (Tossin & Kadir, 1996).



**Gambar 2.** Peta geologi daerah sekitar Berau, Kalimantan Timur (Situmorang & Burhan, 1995) dan lokasi pengukuran stratigrafi rinci (Rachmansjah drr., 2003).

UMUR		SATUAN BATUAN	LITOLOGI	TEBAL (m)	LINGKUNGAN
KUARTER		ALUVIUM	Lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal, dan gambut	40	Sungai dan rawa
PLIOSEN	AKHIR	FORMASI SINJIN	Tuf, tuf terkersikkan, aglomerat, lava andesit, batulempung tufan dan kaolin	>500	Darat
	AWAL	FORMASI DOMARING	Batugamping, napal, dan batubara muda	1.000	Rawa hingga litoral
MIOSEN	AKHIR	FORMASI LABANAN	Konglomerat, batupasir, batulanau, batulempung, batugamping, dan batubara	450	Fluviatil
	TENGAH	FORMASI LATI	Batulempung, batulanau, batupasir kuarsa, dan batubara	800	Delta, estuarin, dan laut dangkal
	AWAL	FORMASI BIRANG	Napal, rijang, batupasir kuarsa, konglomerat, batugamping, dan tuf	1.000	Laut dangkal hingga laut dalam
OLIGOSEN	AKHIR				
	AWAL	FORMASI TALABAR	Napal, batupasir, serpih, batugamping, dolomitan, konglomerat	1.000	Fluviatil hingga laut dangkal
EOSEN	AKHIR				
	TENGAH	FORMASI SEMBAKUNG	Batulempung, batupasir, batulanau, batugamping pasiran, rijang, dan tuf	>1.000	Laut
	AWAL				
PALEOSEN	AKHIR				
	AWAL				

**Gambar 3.** Stratigrafi daerah sekitar Berau, Kalimantan Timur menurut Situmorang & Burhan (1995) dengan modifikasi.

## STRATIGRAFI FORMASI LATI

Dari salah satu formasi tersebut di atas, satuan batuan yang berfungsi sebagai batuan pembawa batubara adalah Formasi Lati. Bagian atas Formasi Lati ini terendapkan di lingkungan sungai hingga dataran delta yang berpotensi membawa lapisan batubara (Suwarna & Hermanto, 2007). Batubara yang terkandung pada formasi ini secara umum layak tambang karena nilai pembakarannya mencapai lebih dari 5.600 kal/gr (Annonim, 1983; 1988).

Data stratigrafi rinci Formasi Lati di daerah penelitian didapatkan berdasarkan hasil pengukuran stratigrafi rinci di tiga lokasi, meliputi Lintasan Lati, Lintasan Binungan dan Lintasan Sambarata (Rachmansyah dr., 2003), dengan ketebalan total terukur mencapai 400 meter, yang ditindaklanjuti dengan pembahasan proses sedimentologi formasi ini (Maryanto dr., 2005). Lintasan Lati berlokasi sekitar 20 km sebelah timurlaut Tanjungredeb, tebal stratigrafi terukur mencapai 280 meter, terbagi menjadi empat segmen stratigrafi dan mewakili seluruh bagian formasi (Gambar 4).

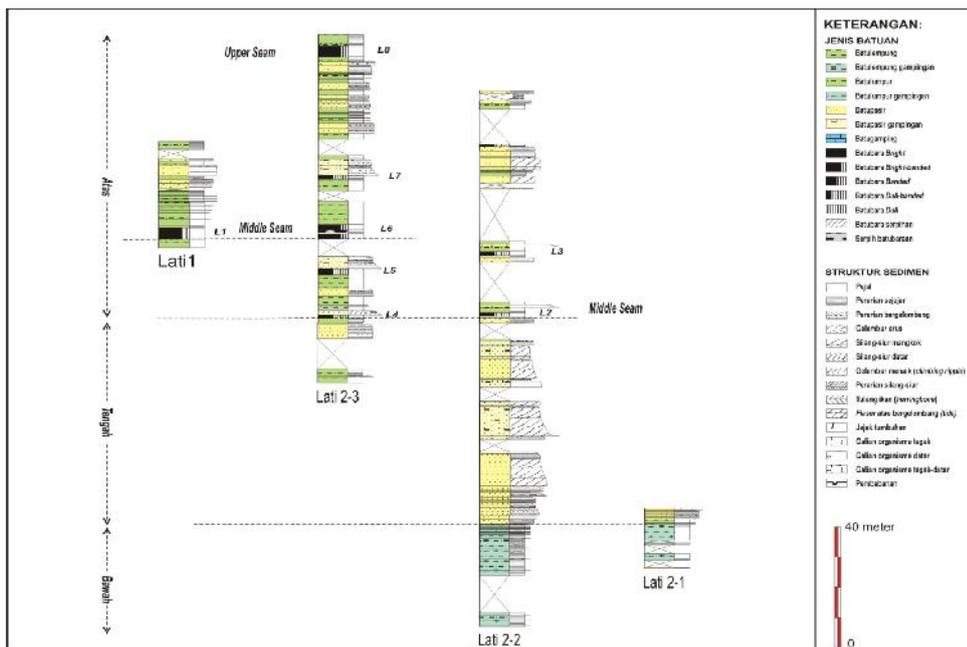
Runtunan batuan diawali dengan hadirnya batulumpur gampingan dengan sisipan batupasir dan batupasir gampingan, yang mewakili fasies delta bawah (*prodelta*). Di bagian tengah runtunan, batuan berkembang menjadi perlapisan batupasir dan batupasir gampingan dengan sisipan batulumpur, yang mewakili fasies delta depan (*delta front*). Fasies delta depan ini tidak terlalu tebal dan segera berganti menjadi fasies dataran delta yang merupakan bagian atas formasi. Bagian atas runtunan stratigrafi, yang mewakili fasies dataran delta (*delta plain*) terdiri

atas batulumpur dan batulempung dengan sisipan batupasir yang kadang-kadang masih bersifat gampingan, serpih batubaraan dan batubara.

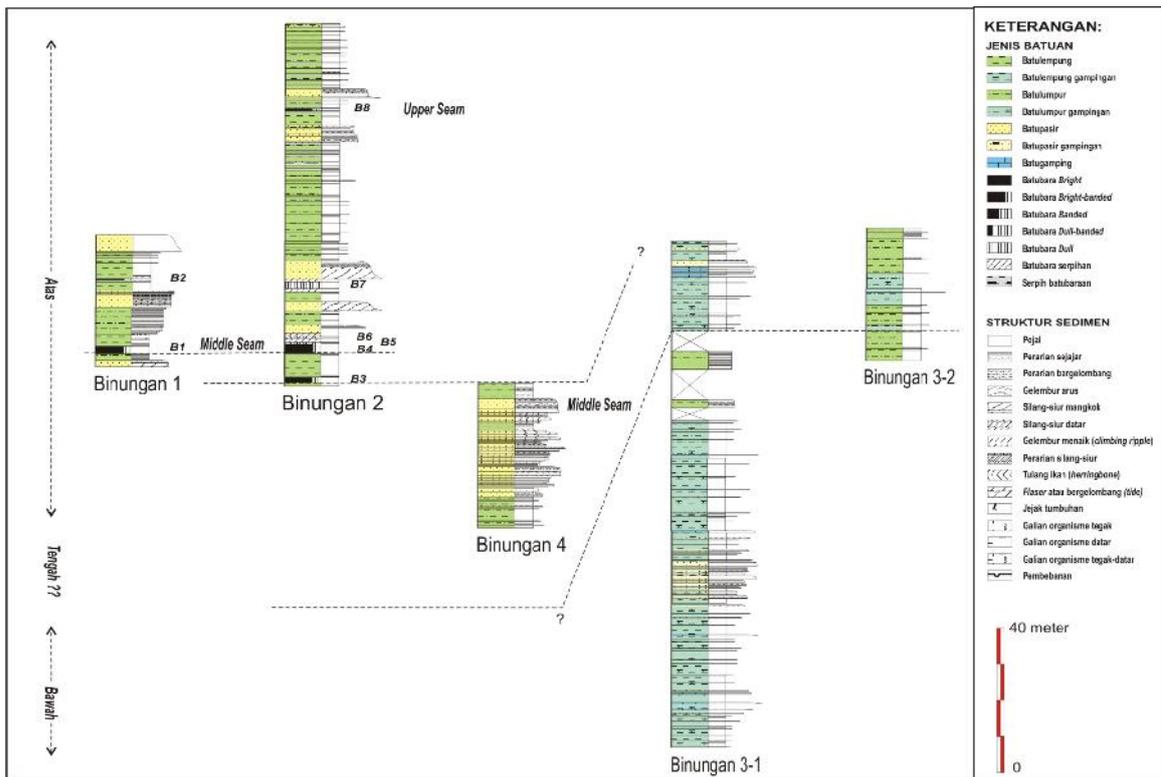
Lintasan Binungan berlokasi sekitar 30 km sebelah baratdaya Tanjungredeb, tebal stratigrafi terukur mencapai 300 meter, dan terbagi menjadi lima segmen stratigrafi dan mewakili seluruh bagian formasi (Gambar 5).

Bagian bawah runtunan stratigrafi terdiri atas batulempung gampingan, batulumpur gampingan, sisipan batupasir, batupasir gampingan dan batugamping. Bagian tengah runtunan stratigrafi kurang teramati dengan baik dan hanya merupakan sedikit batuan yang terendapkan pada fasies delta depan. Batuannya terdiri atas batulumpur sedikit karbonan dan gampingan, sisipan batupasir, yang segera berkembang menjadi perlapisan batupasir dengan sedikit sisipan batulumpur. Bagian atas formasi terdiri atas batulumpur yang kadang berkembang menjadi serpih batubaraan dan batulempung, sisipan batupasir dan batubara. Batulumpurnya sering sangat karbonan di bagian atas lapisan hingga disebut sebagai serpih batubaraan.

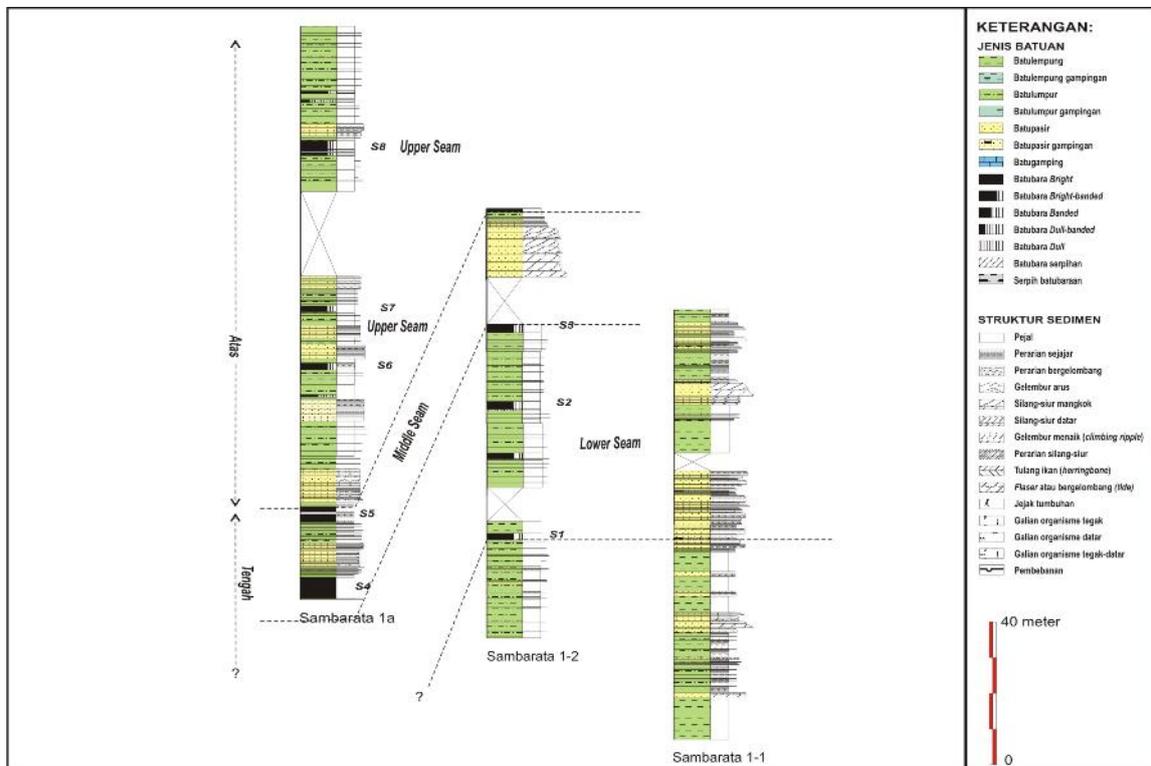
Lintasan Sambarata berada sekitar 15 km sebelah barat Tanjungredeb, tebal stratigrafi terukur mencapai 300 meter, terbagi menjadi tiga segmen stratigrafi yang mewakili bagian tengah dan atas formasi (Gambar 6). Runtunan batuan diawali oleh hadirnya batulumpur, batulempung, batupasir, sisipan serpih batubaraan dan batubara. Runtunan batuan berulang hingga beberapa kali dan sisipan batubara semakin banyak dijumpai dengan ketebalan cukup berarti.



**Gambar 4.** Kolom stratigrafi terukur di Lintasan Lati, Berau, Kalimantan Timur (Rachmansyah dr., 2003).



Gambar 5. Kolom stratigrafi terukur di Lintasan Binungan, Berau, Kalimantan Timur (Rachmansjah drr., 2003).



Gambar 6. Kolom stratigrafi terukur di Lintasan Sambarata, Berau, Kalimantan Timur (Rachmansjah drr., 2003).

## KETERDAPATAN BATUBARA

Beberapa perlapisan batubara dijumpai di Formasi Lati. Secara umum batubara yang dijumpai terbagi menjadi tiga perlapisan (berdasarkan korelasi bawah permukaan, Annonim, 1983), meliputi perlapisan bawah (*lower seams*), perlapisan tengah (*middle seams*), dan perlapisan atas (*upper seams*).

### Perlapisan Batubara Bawah

Batubara perlapisan bawah (*lower seams*) secara stratigrafi relatif masih berada di bagian tengah formasi. Korelasi antar lintasan stratigrafi (Gambar 7) menunjukkan bahwa batubara perlapisan bawah hanya dijumpai di Lintasan Sambarata, sedangkan di dua lintasan stratigrafi lainnya tidak dijumpai. Batuan di dua lintasan tersebut masih berupa batulumpur gampingan dan batulumpur dari fasies delta bawah, dengan beberapa sisipan batupasir mengasar ke atas dari fasies delta depan, yang beberapa bagian dipotong oleh batupasir berlapis susun dan silang-siur dari fasies saluran delta.

Perlapisan batubara bawah dicirikan warna hitam, cerat coklat gelap, *bright-banded*, terkekarkan, pecah subkonkoidal, densitas sedang, tebal 160-260 cm yang bagian bawah lapisannya kusam menyerpih dan mudah hancur, begitu pula bagian atas lapisan. Parting batupasir sangat halus berketebalan 20-40 cm dijumpai di dalam perlapisan batubara bagian bawah ini.

### Perlapisan Batubara Tengah

Batubara perlapisan tengah (*middle seams*) hadir di semua lintasan stratigrafi, merupakan perlapisan utama, berkedudukan pada bagian atas formasi. Perlapisan batubara tengah diawali dengan hadirnya lapisan batubara di Lintasan Lati. Perlapisan batubara tengah selanjutnya berkembang sangat baik di ketiga lintasan stratigrafi. Korelasi stratigrafi yang dilakukan didasarkan atas kehadiran perlapisan batubara tengah ini dengan penciri hadirnya lempung kaolinit di bawah dan atas lapisan (Annonim, 1983; 1988).

Perlapisan batubara tengah dicirikan dengan warna coklat gelap kehitaman, cerat coklat, mudah hancur, terkekarkan, densitas sedang hingga tinggi, *banded* dan tebalnya 120-200 cm. Dalam batubara ini terdapat resin dan pirit, bagian atasnya menyerpih, terdapat *parting* batupasir 5 cm (Gambar 9). Ke arah atas, perlapisan batubara menjadi lebih coklat gelap kehitaman, cerat coklat, *banded*, terkekarkan

mudah hancur, densitas sedang, tebalnya 100-350 cm, bagian bawah dan atasnya berupa serpih batubaraan, masih mengandung pirit, terdapat *parting* batulempung dan batulempung tufan setebal 5 cm.

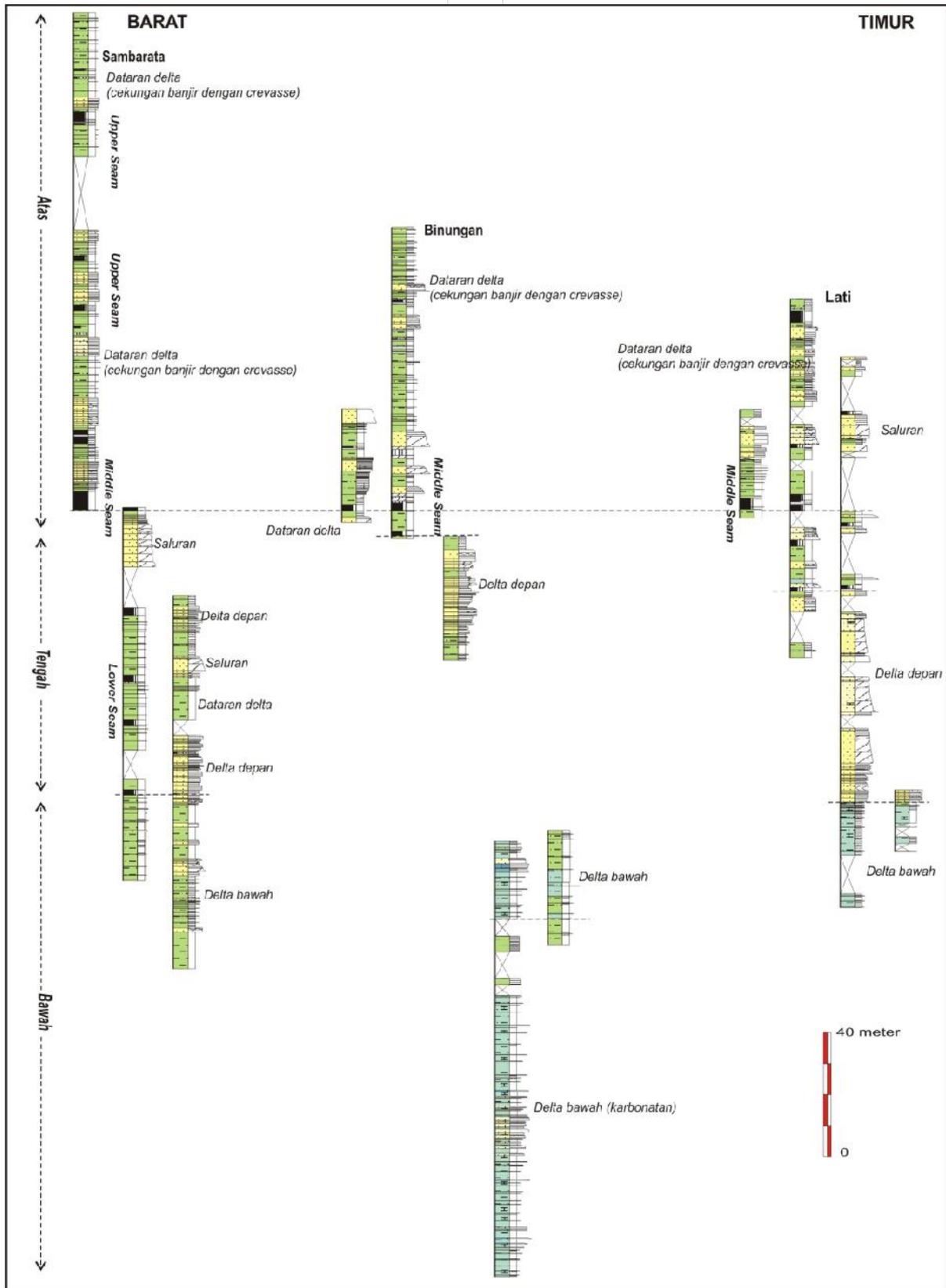
Perlapisan batubara pada umumnya dicirikan dengan warna hitam hingga hitam kecoklatan (Gambar 10), cerat coklat gelap, *bright-banded*, terkekarkan, pecah subkonkoidal, densitas sedang, berketebalan lapisan 120-535 cm, serta masih terdapat pirit meskipun jumlahnya sangat terbatas. Bagian atas perlapisan batubara ini sering berkembang menjadi batubara serpihan hitam kecoklatan, cerat coklat, kusam, terkekarkan, mudah hancur, dapat diremas, dan tebalnya 80-110 cm.

Pengulangan lapisan berikutnya merupakan akhir pengendapan perlapisan batubara tengah. Perlapisan batubara yang dijumpai tampak berwarna hitam, cerat coklat gelap, *bright-banded*, terkekarkan, pecah subkonkoidal, densitas sedang, masih mengandung pirit, tebal lapisan mencapai 240 cm yang menipis hingga 30 cm, dan dialasi oleh batulumpur karbonan. Batupasir berstruktur gelembur arus (Gambar 11) kadang-kadang menindih perlapisan batubara bagian tengah ini.

### Perlapisan Batubara Atas

Perlapisan batubara atas (*upper seams*) kebanyakan dijumpai di Lintasan Sambarata, sedangkan di Lintasan Lati dan Lintasan Binungan dijumpai sangat terbatas. Lapisan batubara umumnya berwarna hitam sedikit kecoklatan, cerat coklat, *banded* hingga *bright-banded*, mudah hancur, terkekarkan, pecah subkonkoidal, densitas sedang dan tebalnya 200 cm yang menipis hingga 30 cm. Pengulangan perlapisan batubara atas hanya dijumpai di Lintasan Sambarata.

Perlapisan batubara yang dijumpai tampak berwarna hitam, cerat coklat kehitaman, *bright* hingga *bright-banded*, pecah subkonkoidal, mudah hancur, terkekarkan, mengandung resin dan sangat jarang pirit, densitas sedang - rendah, tebal perlapisan 70-650 cm dengan beberapa *parting* batubara serpihan, bagian bawah dan atas lapisannya berupa serpih batubaraan yang berwarna hitam kecoklatan, mudah hancur, kusam dan lumpuran. Batuan di antara perlapisan batubara tersebut pada umumnya berupa batulumpur dan batulempung dengan sisipan tipis batupasir halus hingga sangat halus berstruktur perarian sejajar.



Gambar 7. Korelasi stratigrafi antar lintasan pada Formasi Lati di Berau, Kalimantan Timur.



**Gambar 8.** Salah satu batubara perlapisan tengah yang berwarna coklat gelap kehitaman dengan densitas sedang. Difoto di Stasiun 0, Lintasan Lati (Maryanto drr., 2005).



**Gambar 9.** Batubara perlapisan tengah yang berwarna hitam kecoklatan, *bright banded*, dan sedikit terkekarkan. Difoto di Stasiun 5-6, Lintasan Binungan (Rachmansjah drr., 2003).



**Gambar 10.** Struktur gelembur arus pada batupasir yang mengerosi perlapisan batubara perlapisan tengah. Difoto di Stasiun 21-22, Lintasan Sambarata (Rachmansjah drr., 2003).

## PENGUJIAN LABORATORIUM

Analisis kimia telah dilakukan terhadap dua belas sampel batubara. Hasil analisis kimia batubara yang telah dilakukan (Tabel 1) menunjukkan bahwa kandungan zat terbang 20,40-39,01 %, karbon padat 20,11-45,60 %, abu 1,33-51,77 %, belerang 0,18-3,39 %, nilai kalori 2.265-5.927 kal/gr, air lembab 8,28-21,26 %, dan air total 8,33-18,60 %.

Analisis palinologi telah dilakukan terhadap tujuh sampel batubara, batubara serpihan dan serpih batubaraan (Tabel 2). Berdasarkan asosiasi palinomorf yang ada dapat dikatakan bahwa kisaran umur batuan adalah Miosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan mulai dari air tawar, rawa gambut air tawar, rawa gambut air payau, hingga rawa air payau.

Analisis petrografi dilakukan terhadap dua puluh empat sampel batubara (Tabel 3), memperlihatkan komponen batubara terdiri atas vitrinit 70,6-92,0 %, inertinit 0,2-14,2 %, eksinit 0-9,2 %, pirit 0-11,6 %, karbonat 0-8,8 % dan mineral lempung 0-10,6 %. Nilai reflektan vitrinit minimum 0,27-0,46 %, nilai reflektan vitrinit maksimum 0,39-0,56 %, dan nilai reflektan vitrinit rata-rata 0,31-0,51 %.

## PEMBAHASAN

Perlapisan batubara pada Formasi Lati di daerah Berau, Kalimantan Timur mulai hadir di bagian tengah formasi, yaitu di Lintasan Sambarata. Perlapisan batubara di lintasan ini (*lower seams*) dijumpai dengan jumlah dan tebal terbatas. Keterbatasan ini sangat dipengaruhi oleh kedudukan lingkungan pengendapan pada saat itu. Secara umum kedudukan lingkungan pengendapan sangat mempengaruhi ketebalan, bentuk, penyebaran, dan mutu lapisan batubara (Papp *et al.*, 1998). Bagian tengah Formasi Lati secara umum masih terendapkan di lingkungan delta depan hingga dataran delta khususnya di Lintasan Sambarata (Maryanto drr., 2005). Dengan demikian fase pengendapan batubara masih sangat terpengaruh oleh air laut, dicirikan dengan mineral karbonat yang masih cukup banyak. Keadaan lingkungan pengendapan di dua lintasan lainnya pada saat itu masih berada di delta depan hingga delta bawah yang tidak memungkinkan terbentuknya perlapisan batubara.

Pada bagian atas formasi, keadaan susut laut yang membentuk Formasi Lati, dimana terkonsentrasi cukup banyak perlapisan batubara (*middle seams*), adalah dataran delta

dengan pengaruh pasang-surut cukup kuat (Maryanto, drr., 2005), akan tetapi pengaruh fluvial masih sangat dominan. Secara lebih khusus lingkungan pengendapan batubara ini berada di wilayah rawa gambut air tawar yang kadang-kadang menjadi payau akibat pasang-surut (Tabel 2). Lapisan batubara yang terkonsentrasi di bagian atas Formasi Lati, terbentuk di wilayah pusat cekungan dataran delta yang sekali waktu terpotong oleh endapan saluran menyebar (*distributary channel*). Batubara yang dijumpai mempunyai tebal terbatas dan lapisannya tercerai (*splitting*) karena terganggu oleh banjir limpah permukaan, jebolan tanggul (*levee*) dan pengaruh pasang-surut yang cukup intensif. Keadaan ini menyebabkan sulitnya melakukan korelasi stratigrafi antar lintasan yang jaraknya cukup jauh.

Bagian teratas Formasi Lati masih mempunyai sedikit perlapisan batubara (*upper seams*) dengan ketebalan terbatas. Dari data stratigrafi tampak bahwa lingkungan pengendapan bagian teratas formasi ini adalah cekungan lokal dataran delta yang sangat memungkinkan terbentuknya perlapisan barubara. Namun demikian, dijumpainya cukup banyak sisipan pasir halus hingga sangat halus dari fasies limpasan samping (*crevasse splay*; Bhattacharya, 1992) menyebabkan pembentukan lapisan batubara menjadi tidak optimal, dan mengurangi mutu batubaranya sendiri.

Batubara yang dijumpai di daerah sekitar Tanjungredep masih bermutu cukup bagus sebagai bahan tambang dan terbukti telah diekspor ke Korea dan Jepang. Formasi batuan pembawa batubara yang dijumpai di daerah penelitian secara umum berumur Tersier (Miosen Awal - Tengah). Dengan memperhatikan keadaan dan perubahan lingkungan pengendapan batuan dari umur tersebut hingga sekarang (Holosen), terlihat bahwa batuan sedimen yang menindih Formasi Lati cukup tebal (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa pematangan batubara di daerah penelitian berkaitan dengan gradien geotermal akibat penimbunan batuan sedimen di atas Formasi Lati.

Secara megaskopis, batubara di tiga daerah penelitian masih mengandung pirit berbutir halus *framboidal* dan berwarna kuning pucat. Pirit dalam batubara dapat menjadi salah satu petunjuk untuk melakukan interpretasi fasies dan lingkungan pengendapan batubara (Anggayana & Widayat, 2007). Kandungan

maseral vitrinit yang sangat dominan mencerminkan batubara yang terendapkan di lingkungan rawa-rawa pada hutan hujan (Teichmüller & Teichmüller, 1982; Bustin et al., 1983) yang berada di dataran delta hingga sungai yang beriklim basah (Suwarna & Hermanto, 2007). Hadirnya sejumlah kecil inertodetrinit, liptodetrinit dan mineral lempung menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan sering terpengaruh oleh serbuan air laut (Stach et al., 1982, Teichmüller, 1982). Adanya material karbonat dan pirit *framboidal* pada setiap sampel yang dianalisis menunjukkan bahwa selama pengendapan batubara masih ada pengaruh pasang-surut, meskipun pengaruh fluvial yang dominan. Dengan adanya pengaruh pasang-surut ini maka bentuk delta Sungai Berau di sebelah timur daerah penelitian lebih mirip dengan delta di Teluk Papua yang merupakan delta pasang-surut (Bhattacharya, 1992; Dalrymple, 1992) dibandingkan dengan Delta Mahakam yang terpengaruh besarnya pemasukan material dan pasang-surut (Marks et al., 1982). Berdasarkan nilai reflektan vitrinit maksimum 0,56 %, batubara di daerah penelitian termasuk dalam batubara sub-bituminous B (penggolongan batubara menurut Teichmüller, 1982 dalam Hower et al, 1998). Apabila diperhatikan nilai vitrinit maksimum ini, terlihat tidak ada perbedaan yang menyolok di masing-masing sampel. Artinya, faktor tekanan beban merupakan faktor utama yang mempengaruhi proses pematangan batubara.

Berdasarkan hasil analisis kimia batubara terlihat bahwa anomali terjadi pada sampel L2-13 dan L2-18 yang nilai kalorinya rendah. Hal ini berkaitan dengan kedudukan lingkungan pengendapan yang berada di tepian cekungan lokal dataran delta. Sampel lainnya, kecuali kedua sampel tersebut di atas, tidak menunjukkan perbedaan yang menyolok. Keadaan ini mencerminkan bahwa pada saat pengendapan bahan pembentuk batubara maupun saat proses pematangan bahan tersebut tidak dijumpai pengecualian proses geologi. Baik lingkungan pengendapan maupun proses pematangan pada Formasi Lati nisbi seragam. Penyesaran, sebagai salah satu proses yang mempengaruhi pematangan, tampaknya tidak berpengaruh di daerah penelitian, artinya hanya mempengaruhi perpindahan lokasi keterdapatan lapisan batubaranya sendiri.

**Tabel 1.**

Hasil uji kimia batubara di daerah Berau, Kalimantan Timur (Maryanto drr., 2005)

NO.	KODE SAMPEL	AIR TOTAL %, ar	AIR LEMBAB %, adb	KADAR ABU %, adb	ZAT TEBANG %, adb	KARBON PADAT %, adb	NILAI KALOR cl/gr, adb	BELERANG TOTAL %, adb
1.	L1 (L1-02)	17,79	17,65	2,75	37,66	41,94	5.474	3,39
2.	L2 (L2-13)	8,33	8,28	51,77	20,40	19,55	2.262	2,00
3.	L4 (L2-18)	21,26	15,58	24,57	34,06	20,11	2.265	0,43
4.	L5 (L2-20)	18,60	17,40	1,58	37,66	43,36	5.563	1,43
5.	L7 (L2-22)	16,35	15,93	4,06	37,85	42,16	5.580	1,56
6.	L8 (L2-25)	16,14	15,98	4,48	36,51	43,03	5.340	0,89
7.	B1 (B1-01)	15,27	14,92	2,18	38,66	44,24	5.927	0,22
8.	B3 (B2-01)	14,68	14,41	1,33	38,66	45,60	5.878	1,10
9.	B5 (B2-05)	14,02	13,72	3,33	39,01	43,94	5.850	0,18
10.	B6 (B2-07)	14,70	14,37	4,62	37,50	43,51	5.708	0,29
11.	B7 (B2-13)	15,32	15,20	1,47	38,42	44,91	5.809	0,55
12.	B8 (B2-20)	11,56	11,25	11,56	37,38	39,81	5.319	1,58

**Tabel 2.**

Hasil uji palinologi Formasi Lati di daerah Berau, Kalimantan Timur (Maryanto drr., 2005)

PALINOMORF	KODE SAMPEL							
	B1-05	B2-03	B2-12	B2-14	B2-18	L2-14	L2-23	L2-24
<i>Anacolocidites</i>	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Casuarina</i>	4	-	1	-	-	-	1	-
<i>Dicolpopollis malesianus</i>	1	2	1	-	2	-	-	1
<i>Discooidites borneensis</i>	1	-	-	2	3	-	-	-
<i>Durio</i>	25	2	2	3	1	-	-	-
<i>Eugenia</i>	2	2	8	9	1	1	-	1
<i>Florscheutzia lepivoli</i>	-	-	10	-	-	-	-	-
<i>Florscheutzia meridionales</i>	-	2	1	-	2	-	-	-
<i>Florscheutzia trilobata</i>	-	-	10	-	-	-	-	-
<i>Marginipollis consinus</i>	2	1	2	-	-	-	-	1
<i>Palaequium</i>	2	-	6	-	-	-	1	-
<i>Palmaepollenites</i>	5	-	6	6	10	-	2	9
<i>Pinus</i>	-	-	-	-	1	1	-	1
<i>Pometia</i>	3	-	14	1	1	-	2	-
<i>Rhizophora</i>	1	2	-	-	1	18	-	2
<i>Rubiaceae</i>	3	-	4	1	-	-	-	-
<i>Spinizonocostites echinatus</i>	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	14	5	6	8	7	-	25	28
<i>Verrucosisporites</i>	-	-	-	-	-	-	13	-
<i>Big Psilatrilletespore</i>	6	10	6	8	10	-	9	9
<i>Big Retitrilletespore</i>	-	10	8	1	-	-	10	12
<i>Trilletespore</i>	-	4	1	-	-	1	-	10
<i>Monoletespore</i>	-	4	2	1	-	-	-	-
<i>Trileteechinatespore</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
U m u r	-	Miosen Tengah	Miosen Tengah	-	Miosen Tengah	-	-	-
Lingkungan pengendapan	Rawa gambut air tawar	Rawa gambut air tawar	Rawa air payau	Air tawar	Air tawar	Rawa gambut air payau	Rawa gambut air tawar	Rawa gambut air tawar

**Tabel 3.**  
 Hasil uji petrografi batubara Formasi Lati di daerah Berau, Kalimantan Timur (modifikasi dari Maryanto drr., 2005)

NO	KODE SAMPEL	PERSENTASE MASERAL																										
		TL	DT	GL	V	F	SF	SC	ID	MA	IN	SP	CU	RE	SB	ED	FL	LI	EK	PI	CA	CL	MM	Rvmin	Rvmak	Rv		
1	L1 (L1-02)	77,4	09,4	0,2	87,0	0	0	1,0	0	0	1,0	0	0	0,2	0	0	0,6	0,4	0	0	1,0	10,2	0	0,8	11,0	0,35	0,49	0,42
2	L2 (L2-13)	30,4	41,2	0,8	72,4	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,6	5,2	10,6	27,4	0,36	0,44	0,40
3	L3 (L2-16)	56,0	21,8	1,4	79,2	0	1,6	2,8	1,0	0	5,4	0	2,2	6,0	0,8	0	0	0	0	0	9,0	4,4	0	2,0	6,4	0,32	0,41	0,37
4	L4 (L2-18)	71,0	13,2	0,4	84,6	0	0,8	2,0	0	0	2,8	0,4	0,4	8,2	0,2	0	0	0	0	0	9,2	2,0	0	1,4	3,4	0,32	0,46	0,38
5	L5 (L2-20)	74,4	09,0	1,4	84,8	0	10,6	1,4	0,2	0	12,2	0	0	1,0	0	0	0	0	0	1,0	2,0	0	0	2,0	0,32	0,39	0,35	
6	L6 (L2-21)	56,6	26,8	0,8	84,2	0	2,0	1,2	0	0	3,2	0	0,6	1,4	0	0	0	0	0	2,0	7,0	2,4	1,2	10,6	0,36	0,44	0,40	
7	L7 (L2-22)	68,6	17,0	4,4	90,0	0	0,4	1,2	0,2	0	1,8	0	0,2	2,2	0,4	0	0	0	0	2,8	1,8	3,0	0,6	5,4	0,34	0,46	0,41	
8	L8 (L2-25)	70,2	15,4	3,0	88,6	0	0,8	1,6	0	0	2,4	0,2	0,4	4,0	0,6	0,2	0	0	0	5,4	2,0	0,4	1,2	3,6	0,34	0,47	0,39	
9	B1 (B1-01)	80,6	09,4	2,0	92,0	0	0,6	0,6	0,2	0	1,4	0	1,4	2,4	0,2	0	0	0	0	4,0	1,8	0	0,8	2,6	0,37	0,48	0,44	
10	B2 (B1-06)	69,8	17,0	1,6	88,4	0	0,4	0,4	0,6	0	1,4	0	0,2	1,0	0	0	0	0	0	1,2	3,0	3,8	2,2	9,0	0,31	0,48	0,37	
11	B3 (B2-01)	71,2	10,6	0,4	82,2	0,6	6,6	4,2	0,2	0	11,6	0	0,2	2,6	0,8	0,2	0	0	0	3,8	2,4	0	0	2,4	0,33	0,42	0,38	
12	B4 (B2-04)	63,0	08,0	0,8	71,8	0	1,2	2,6	1,2	0	5,0	0,4	0,8	1,8	0,8	0,2	0	0	0	4,0	6,0	8,8	4,4	19,2	0,35	0,46	0,40	
13	B5 (B2-05)	70,6	11,0	0,2	82,0	1,2	1,8	2,2	0,4	0	5,6	0	1,8	5,0	1,4	0	0	0	0	8,2	2,4	0,6	1,2	4,2	0,32	0,48	0,39	
14	B6 (B2-07)	67,8	11,4	0,6	79,8	0	12,0	1,2	1,0	0	14,2	0	0,8	1,0	1,6	0	0	0	0	3,4	1,8	0	0,8	2,6	0,35	0,43	0,39	
15	B7 (B2-13)	83,6	06,6	0,8	91,0	0,6	2,6	1,6	0,2	0	5,0	0	0,4	2,0	0,8	0	0	0	0	3,2	0,8	0	0	0,8	0,41	0,51	0,47	
16	B8 (B2-20)	68,0	13,8	0,6	82,4	0	1,6	1,6	0,2	0	3,4	0	1,6	2,0	2,2	0	0	0	0	5,8	6,8	0,2	1,4	8,4	0,40	0,43	0,36	
17	S1 (S1-05)	76,2	09,4	2,0	88,4	0	2,0	2,2	0,4	0	4,6	0,2	0,4	1,6	0	0	0	0	0	2,2	3,2	0,6	1,0	4,8	0,30	0,45	0,37	
18	S2 (S1-07)	66,8	12,4	0	79,2	0	2,8	2,2	0,6	0	5,6	0	0,2	1,8	1,0	0	0	0,4	0	3,4	7,8	1,2	2,8	11,8	0,42	0,52	0,47	
19	S3 (S1-08)	63,4	24,0	0,4	87,8	0	3,2	1,0	1,0	0	5,2	0	0,4	2,4	0,8	0,8	0,4	0	0	4,8	1,6	0	0,6	2,2	0,32	0,46	0,41	
20	S4 (S1a-01)	61,0	26,8	0,4	88,2	0	2,6	2,0	0,6	0	5,2	0	0,8	0,6	1,4	0	0,2	0	0	3,0	1,8	0	1,8	3,6	0,42	0,50	0,45	
21	S5 (S1a-03)	55,4	28,2	0	83,6	2,6	0,6	2,4	1,6	0	7,2	0,2	1,4	1,2	4,4	0	0	0	0	7,2	1,6	0	0,4	2,2	0,46	0,54	0,51	
22	S6 (S1a-04)	68,0	16,2	1,6	85,8	0	1,6	0,6	0,8	0	3,0	0	0,8	2,6	2,4	0	0	0	0	5,8	4,2	0,8	0,4	5,4	0,45	0,56	0,51	
23	S7 (S1a-07)	56,4	13,8	0,4	70,6	0	4,4	1,6	0	0	6,0	0,6	0,4	3,2	0	0	0	0	0	4,2	6,2	3,6	9,4	19,2	0,36	0,47	0,42	
24	S8 (S1a-08)	77,8	11,8	1,4	91,0	0,6	0,4	1,6	0,2	0	2,8	0	0,4	0,6	0	0	0	0	0	1,2	1,8	0,6	2,6	5,0	0,35	0,53	0,43	

**KETERANGAN:**  
 TL : Telovitrit  
 DT : Devovitrit  
 GL : Gelovitrit  
 V : Vitrit  
 F : Fusinit  
 SF : Semifusinit  
 MA : Makrinit  
 SC : Sclerotinit  
 ID : Inertodetrinit  
 IN : Ineritrit  
 RE : Resinit  
 SP : Sporit  
 SB : Suberit  
 CU : Cutinit  
 LI : Liptodetrinit  
 FL : Fluorit  
 ED : Eksudatinit  
 EK : Eksinit  
 PI : Pirit  
 CA : Karbonat  
 CL : Lempung  
 MM : Mineral matter  
 Rvmin : Reflektan vitrit minimum  
 Rvmak : Reflektan vitrit maksimum  
 Rv : Reflektan vitrit rata-rata

**CATATAN:**  
 - Maseral vitrit (B) sangat dominan jika dibandingkan dengan jenis maseral yang lain.  
 - Mineral pirit selalu hadir di dalam batubara dengan jumlah bervariasi  
 - Hadir sejumlah kecil inertodetrinit dan liptodetrinit, selain mineral lempung  
 - Reflektan vitrit pada umumnya masih rendah  
 - Pengotor mineral lempung cukup banyak, dan beberapa mengandung mineral karbonat

**KESIMPULAN**

Berdasarkan data stratigrafi di lintasan Lati, Binungan dan Samarata, yang didukung oleh analisis laboratorium, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlapisan batubara di daerah Berau, Kalimantan Timur mulai hadir di bagian tengah Formasi Lati yang membentuk perlapisan batubara bawah, mencapai puncaknya pada bagian atas formasi ini yang membentuk perlapisan batubara tengah, dan menjadi sangat berkurang di bagian teratas formasi yang membentuk perlapisan batubara atas.
2. Perlapisan batubara terbentuk di lingkungan rawa-rawa pada hutan hujan yang berada di dataran delta hingga sungai beriklim basah pada kala Miosen Tengah.

3. Batubara yang dijumpai tidak terlalu tebal karena sering terganggu oleh banjir limpah permukaan dan terpengaruh oleh pasang-surut. Lapisan batubara tersebut pada umumnya melampar cukup luas, meskipun lapisannya seringkali tercerai, karena saluran deltanya nisbi sedikit bergeser dari waktu ke waktu.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada Ir. Jeffrey Mulyono, M.Sc. beserta ahli geologi PT. Berau Coal atas ijin penerbitan makalah dan bantuan pengumpulan data di lintasan stratigrafi rinci di wilayah penambangan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anggayana, K. dan Widayat, A.H., 2007. Interpretasi Fasies/Lingkungan Pengendapan Batubara dan Variasi Sulfur untuk Rekomendasi Strategi Eksplorasi. Kasus: Seam R, Daerah Lati, Sub-cekungan Berau, Cekungan Tarakan. *Jurnal Geoaplika* v. 2, n. 1, h. 35-52.

Annonim, 1983. Berau Coal Area, Kalimantan, Indonesia. Internal Report Prepared for PT. Berau Coal Indonesia.

Annonim, 1988. Coal Exploration result of Lati Area DU424/Kaltim PT. Berau Coal. Indonesia. Internal Report Prepared for PT. Berau Coal Indonesia.

Bhattacharya, J.P. and Walker, R.G., 1992. Deltas, in Walker, R.G. and James, N.P. (eds), *Facies Models, Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, pp. 157-177.

Bustin, R.M., Cameron, A.R., Grive, A.D., and Kalkreuth, W.D., 1983. *Coal Petrology - Its Principles, Methods, and Applications*. Geological Association of Canada, 230 p.

Dalrymple, R.W., 1992. Tidal Depositional System, in Walker, R.G. and James, N.P. (eds), *Facies Models, Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada, pp. 195-218.

Hower, J.C., Stanton, R.W., Gammidge, L.C., and Hutton, A.C., 1998. Coal Petrology, in Papp, A.R., Hower, J.C., and Hutton, A.C. (eds): *Atlas of Coal Geology, Volume II, Energy Minerals Division, American Association of Petroleum Geologist*.

Marks, E., Sujatmiko, Samuel, L., Dhanutirto, H., Ismoyowati, T., and Sidik, B.B., 1982. Cenozoic Stratigraphic Nomenclature in East Kutai Basin, Kalimantan, 11th Annual Convention of Indonesian Petroleum Association, Jakarta, 31 p.

Maryanto, S., Rachmansjah, Sihombing, T., dan Wiryosujono, S., 2005. Sedimentologi Batuan Pembawa Batubara Formasi Lati di Lintasan Lati, Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, v. 15, n. 4, h. 33-48.

Papp, A.R., Ayers, W.B., and Shattuck, P.J., 1998. Coal Geology, in Papp, A.R., Hower, J.C., and Hutton, A.C. (eds): *Atlas of Coal Geology, Volume I, Energy Minerals Division, American Association of Petroleum Geologist*.

Rachmansjah, Wiryosujono, S., Sihombing, T., dan Maryanto, S., 2003. Stratigrafi dan Sedimentologi Cekungan Batubara Tarakan, Kalimantan Timur. Laporan Teknis Intern, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

- Situmorang, R.L. dan Burhan, G., 1995. Peta Geologi Lembar Tanjungredeb, Kalimantan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Stach, E., Mackowsky, M.Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D., and Teichmüller, R., 1982. Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 535 p.
- Suwarna, N., Hermanto, B., Sihombing, T., and Kusumah, K.D., 2006. Coalbed Methane Potential and Coal Characteristic in Lati Region, berau Basin, East Kalimantan. Indonesian Journal of Geology, v.1, n. 1, pp. 19-30.
- Suwarna, N. and Hermanto, B., 2007. Berau Coal in East Kalimantan: Its Petrographics Characteristics and Depositional Environment. Indonesian Journal of Geology, v.2, n. 4, pp. 191-206.
- Tossin, S. dan Kadir, R., 1996. Tipe Reservoir Sedimen Miosen Tengah di Sub-Cekungan Tarakan, Cekungan Tarakan, Kalimantan Timur. Proceeding of the 25th Annual Convention of The Indonesian Association of Geologist, pp. 495-512.
- Teichmüller, M. and Teichmüller, R., 1982. Fundamental of Coal Petrology. In: Stach, E., Mackowsky, M.Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D., and Teichmüller, R. (eds.), Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 3rd ed., 535 p.
- Teichmüller, M., 1982. The Geological Basis of Coal Formation. In: Stach, E., Mackowsky, M.Th., Teichmüller, M., Taylor, G.H., Chandra, D., and Teichmüller, R. (Eds.), Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 3rd ed., pp. 5-86.

Diterima tanggal 11 April 2011 Revisi tanggal 16 Agustus 2011
--

## BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI

Terbit : Mei 2011

ISSN 1907 - 5367

Dudi Hermawan, Yuanno Rezky  
(Pusat Sumber Daya Geologi)

DELINEASI DAERAH PROSPEK PANAS BUMI  
BERDASARKAN ANALISIS KELURUSAN CITRA  
LANDSAT DI CANDI UMBUL - TELOMOYO, PROVINSI  
JAWA TENGAH

BSDG Mei 2011 Vol. 6 No. 1 Hal. 1 - 10

Berdasarkan analisis geokimia organik, material organik di dalam conto batuan serpih minyak Formasi Sangkarewang berkisar 0,11-5,12%, berasal dari campuran alga dan tumbuhan tinggi, terendapkan pada lingkungan danau teroksidasi, merupakan kerogen Tipe II dan Tipe III, serta memiliki tingkat kematangan dengan kategori belum matang-awal matang.

**Kata kunci:** serpih minyak, material organik, kematangan.

Robet Lumban Tobing (Pusat Sumber Daya Geologi)

KARAKTERISTIK CONTO BATUAN SERPIH MINYAK  
FORMASI SANGKAREWANG, DI DAERAH  
SAWAHLUNTO - SUMATERA BARAT, BERDASARKAN  
GEOKIMIA ORGANIK

BSDG Mei 2011 Vol. 6 No. 1 Hal. 11 - 22

Berdasarkan analisis geokimia organik, material organik di dalam conto batuan serpih minyak Formasi Sangkarewang berkisar 0,11-5,12%, berasal dari campuran alga dan tumbuhan tinggi, terendapkan pada lingkungan danau teroksidasi, merupakan kerogen Tipe II dan Tipe III, serta memiliki tingkat kematangan dengan kategori belum matang-awal matang.

**Kata kunci:** serpih minyak, material organik, kematangan.

Kisman (Pusat Sumber Daya Geologi)

ARSEN (As) SEBAGAI UNSUR PENUNJUK  
MINERALISASI EMAS TIPE EPITERMAL  
DI DAERAH CISLOK KABUPATEN SUKABUMI  
JAWA BARAT

BSDG Mei 2011 Vol. 6 No. 1 Hal. 23 - 32

Mineralisasi emas yang terdapat di zona alterasi biasanya ditandai dengan adanya mineral sulfida sebagai mineral penunjuk. Unsur As dalam bentuk mineral arsenopyrite ( $\text{FeAsS}_2$ ) adalah salah satu unsur yang memiliki hubungan dengan keberadaan emas di daerah penyelidikan. Korelasi antara unsur Au dan As memiliki angka positif 0,1375 hal ini berarti bahwa keduanya memiliki hubungan keterjadian sehingga arsen dapat dijadikan sebagai unsur penunjuk mineralisasi tipe epitermal karena pembentukan unsur

arsen pada suhu rendah.

Alterasi yang terdapat pada lingkungan batuan vulkanik yang diterobos oleh batuan intrusi yang lebih muda akan menghasilkan mineralisasi endapan emas primer yang ideal.

**Kata kunci:** zona alterasi, mineral arsenopirit, mineralisasi emas, unsur arsen

Ahmad Zarkasyi dan Yuanno Rezky  
(Pusat Sumber Daya Geologi)

MODEL SISTEM PANAS BUMI BERDASARKAN DATA  
GRAVITY PADA DAERAH SONGA - WAYAUA, PULAU  
BACAN, MALUKU UTARA

BSDG Mei 2011 Vol. 6 No. 1 Hal. 33 - 40

Daerah panas bumi Songa-Wayau merupakan salah satu area panas bumi yang menarik, yang berada di Pulau Bacan, Provinsi Maluku Utara. Manifestasi panas bumi di permukaan yang terdapat di Songa-Wayau mempunyai temperatur berkisar 65 – 103,5 0C berupa mata air panas, fumarol, kolam lumpur, tanah panas dan batuan teralterasi. Survei gaya berat yang dilakukan pada tahun 2006 bertujuan untuk mengidentifikasi sistem panas bumi dan area prospeknya. Pemodelan gaya berat dengan inversi 3 dimensi menunjukkan sistem panas bumi Songa-Wayau terkonsentrasi di bawah struktur Graben Songa, di antara Bukit Lansa dan Bukit Pele.

**Kata Kunci:** Panas bumi, Songa-Wayau, gaya berat, model.

Sigit Arso W. (Pusat Sumber Daya Geologi)

KANDUNGAN GAS METANA BATUBARA DAERAH  
NIBUNG, KABUPATEN MUSI RAWAS, PROVINSI  
SUMATERA SELATAN

BSDG Mei 2011 Vol. 6 No. 1 Hal. 41 - 49

Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) merupakan salah satu gas yang terdapat dalam batubara yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Berdasarkan perhitungan rata-rata dengan metode *desorption test*, gas metana ( $\text{CH}_4$ ) di dalam conto batubara Formasi Muaraenim adalah 0,48  $\text{m}^3/\text{ton}$  (Lapisan Mangus), 0,46  $\text{m}^3/\text{ton}$  (Lapisan Suban) dan 0,20  $\text{m}^3/\text{ton}$  (Lapisan Petai). Sedangkan untuk analisis *adsorption isotherm* diketahui bahwa kandungan abu Lapisan Mangus dan Suban adalah sebesar 2,07% dan 59,63%.

Kandungan gas metana Lapisan Mangus lebih besar dikarenakan kandungan abu Lapisan Mangus lebih sedikit dibandingkan dua lapisan lainnya.

**Kata Kunci:** Nibung, Formasi Muaraenim, Batubara, Gas Metana ( $\text{CH}_4$ )

**PEDOMAN PENULISAN  
MAKALAH/KARYA TULIS ILMIAH BULETIN SUMBER DAYA GEOLOGI**

**ISI DAN KRITERIA UMUM**

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

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

**FORMAT**

**Umum**

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

**Judul (Title)**

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

**Sari dan Abstract**

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

**Pendahuluan (*Introduction*)**

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

**Hasil dan Analisis (*Results and Analysis*)**

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

**Pembahasan atau Diskusi (*Discussion*)**

Berisi tentang interpretasi terhadap hasil penyelidikan/penelitian dan pembahasan yang terkait dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan.

**Kesimpulan dan Saran (*Conclusions and Recommendation*)**

Berisi kesimpulan dan saran dari isi yang dikandung dalam makalah/karya tulis.

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

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

## **Beberapa contoh penulisan daftar pustaka :**

### **Jurnal**

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

### **Buku**

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

### **Bab dalam Buku**

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

### **Prosiding**

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

### **Skripsi/Tesis/Deisertasi**

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

### **Informasi dari Internet**

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

## **WEWENANG REDAKSI**

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

## **PENGIRIMAN NASKAH**

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

Sekretariat Buletin Sumber Daya Geologi  
Sub Bidang Pengembangan Informasi  
Gedung Pusat Sumber Daya Geologi  
Jalan Soekarno Hatta No. 444 Bandung

**Alamat Redaksi**

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

ISSN 1907-5367



eISSN 2580-1023

