

Prosiding Hasil Kegiatan  
**PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI**  
Tahun Anggaran 2012



**Buku 1 : Bidang Energi**



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
**BADAN GEOLOGI**  
Pusat Sumber Daya Geologi



Nomor : 7

ISSN : 0261-0811

**PROSIDING  
HASIL KEGIATAN LAPANGAN  
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI  
TAHUN ANGGARAN 2012**

**BUKU 1  
BIDANG ENERGI**



**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
BADAN GEOLOGI  
PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI**

**Editor : Ir. Asep Suryana, Ir. Arif Munandar**

**Layout & Desain : Candra, Rizki Novri Wibowo, S.Ds**



## DAFTAR ISI

1. Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan Daerah Kampungbaru dan Sekitarnya Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.....	1
2. Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan, Daerah Dusun Simambo Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.....	22
3. Penyelidikan Sumberdaya Bitumen Padat Daerah Kutabuluh, Provinsi Sumatera Utara.....	34
4. Penyelidikan Pendahuluan Batubara Daerah Sarmi, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua.....	54
5. Penyelidikan Sumber Daya Bitumen Padat di Pegunungan Tigapuluh Selatan, Propinsi Jambi.....	73
6. Pemboran Dalam Dan Evaluasi Pengeboran Cbm di Lahat Provinsi Sumatera Selatan.....	91
7. Penyelidikan Pendahuluan Endapan Batubara Daerah Siondop Kabupaten Tapanuli Selatan Provinsi Sumatera Utara.....	116
8. Penyelidikan Pendahuluan Sumber Daya Batubara di Long Pupung, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur.....	134
9. Penyelidikan Pendahuluansumber Daya Batubaradi Sarolangun, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi.....	159
10. Penyelidikan Pendahuluan Endapan Batubara Daerah Way Lower Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara.....	184
11. Penyelidikan Sumber Daya Bitumen Padat di Selimbau, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat.....	204
12. Pengeboran Potensi Cbm di Balangan, Kabupaten Balangan Provinsi Kalimantan Selatan.....	231
13. Sistem Panas Bumi Daerah Simisuh, Sumatera Barat Ditinjau Berdasarkan Pendekatan Geologi.....	248
14. Pengeboran Landaian Suhu Bukit Kili - Gunung Talang.....	259
15. Survei Terpadu Geologi, Geokimia, Dan Geofisika Daerah Panas Bumi G.Batur – Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali.....	274
16. Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Bittuang Kabupaten Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan.....	284

17. Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Lompio Tambu Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah.....	298
18. Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Suwawa Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo.....	309
19. Survei Terpadu Geologi, Geokimia, Dan Geofisika Daerah Panas Bumi Talu - Tombang, Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat .	321
20. Penyelidikan Pendahuluan Geologi Dan Geokimia Daerah Panas Bumi Pulau Bangka Dan Belitung Provinsi Bangka Belitung .....	331
21. Penyelidikan Pendahuluan Geologi Dan Geokimia Daerah Panas Bumi Kabupaten Gorontalo, Boalemo, Dan Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo .....	343
22. Penyelidikan Pendahuluan Geologi Dan Geokimia Daerah Panas Bumi Kabupaten Mamuju Dan Mamuju Utara Provinsi Sulawesi Barat.....	355
23. Evaluasi Prospek Panas Bumi Daerah Panas Bumi Way Umpu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung .....	366
24. Penyelidikan Batubara Daerah Waropko Dan Sekitarnya, Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua .....	377
25. Penyelidikan Bitumen Padat Di Daerah Nanga Serawai Dan Sekitarnya, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat.....	393

**PENYELIDIKAN BATUBARA BERSISTEM PADA CEKUNGAN  
SUMATERA SELATAN DAERAH KAMPUNGBARU DAN SEKITARNYA  
KABUPATEN TEBO, PROVINSI JAMBI**

Oleh :

**Agus Subarnas**

***SARI***

Daerah yang diselidiki termasuk dalam wilayah Kabupaten Tebo dan Kab Bungo, Provinsi Jambi yang terletak pada koordinat  $01^{\circ}30'00''$  -  $01^{\circ}45'00''$  LS dan  $102^{\circ}15'00''$  –  $102^{\circ}30'00''$ BT.

Secara geologi daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan bagian utara atau Sub Cekungan Jambi dan sebagian kecil termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Tengah. Dalam tatanan tektonik Pulau Sumatera kedua cekungan ini merupakan backdeep basin atau cekungan pendalaman belakang (Koesoemadinata dan Hardjono, 1978).

Formasi Pembawa batubara di daerah tersebut adalah Formasi Muaraenim (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio Plistosen).

Endapan batubara pada Formasi Muaraenim didaerah penyelidikan tidak berkembang secara baik, sangat sulit menemukan singkapan batubara ataupun singkapan batuan sedimen lainnya, hal ini disebabkan selain karena faktor lingkungan pengendapan juga karena landainya kemiringan lapisan batuan dan dipengaruhi oleh faktor topografi.yang juga relatif landai.

Kegiatan pemboran batubara telah menyelesaikan 7 (tujuh) titik bor yaitu KB-01, KB-02, KB-03, KB-04, KB-05, KB-06 dan KB-07 dengan kedalaman masing-masing 90.00 m; 65,00 m; 53.00 m, 55 m, 55.00 m. 92.00 m dan 90.15 m Ketebalan lapisan batubara yang ditembus pemboran hanya terdapat pada titik bor KB-01 dan hanya mempunyai ketebalan 15 cm.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Maksud dan Tujuan**

Maksud kegiatan penyelidikan bersistem di daerah Kampung Baru adalah mengumpulkan informasi endapan batubara di Cekungan

Sumatera Selatan secara sistematis berdasarkan lembar peta topografi skala 1 : 50.000 untuk mengetahui pola sebaran, bentuk geometris, dimensi dari endapan batubara, urutan stratigrafi serta kualitas batubara. Tujuannya untuk mengetahui potensi sumberdaya

batubara di daerah tersebut serta dapat melengkapi data base potensi batubara Indonesia yang dapat dimanfaatkan oleh pemerintah maupun investor swasta

## 1.2. Lokasi Kegiatan dan Kesampaian Daerah

Daerah Kampung Baru dan sekitarnya termasuk dalam Kab Tebo dan Kab Bungo, Prov Jambi. Secara geografis terletak antara 01°30'00" - 01°45'00"LS dan 102°15'00" - 102°30'00"BT (lb peta BAKOSURTANAL no. 0914-54).

## 1.3. Waktu dan Pelaksana Kegiatan

Kegiatan lapangan berlangsung dalam 2 periode. Kegiatan periode 1 dimulai 9 Oktober hingga 6 November 2012 sedangkan periode ke 2 berlangsung dari 7 November hingga 7 Desember 2012.

Pekerjaan lapangan dilanjutkan dengan analisis dan pengolahan data, pembuatan peta, penyusunan laporan akhir dan publikasi hasil kegiatan .

## 2. GEOLOGI UMUM

Daerah penyelidikan terletak pada cekungan Sumatera Selatan bagian utara atau Sub Cekungan Jambi pada batas antara cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah. Pada tatanan tektonik Pulau

Sumatera, kedua cekungan ini merupakan *backdeep basin* (Koesoemadinata dan Hardjono, 1978). Batas kedua Cekungan ini tidak begitu jelas namun sebagian penulis memperkirakan batasnya adalah suatu tinggian yang dikenal sebagai Bukit Tigapuluh. Dalam peta Geologi daerah ini termasuk bagian lembar peta Muarabungo (Puslitbang Geologi Bandung, 1991)

### 2.1. Stratigrafi

Secara regional, stratigrafinya tersusun oleh batuan-batuan yang berasosiasi dengan jenis batuan dari Cekungan Sumatera Selatan Cekungan Jambi dan sebagian kecil lainnya berasosiasi dengan jenis batuan dari Cekungan Sumatera Tengah. Urutan stratigrafi Lembar Muarabungo dapat dikelompokkan atas tiga Jaman yaitu Urutan Pra Tersier, Tersier dan Kuartar. Urutan Pra Tersier berumur mulai Karbon Awal-Perm Tengah terdiri atas Formasi Terantam (Karbon Awal), Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, Formasi Mentulu (Ketiganya Berumur Permokarbon, dikelompokkan sebagai Kelompok Tigapuluh), Formasi Mengkarang (Perm Awal) dan Formasi Pelepat (Perm Awal-Tengah).

Urutan Tersier terdiri atas Formasi Lahat (Eosen-Oligosen Awal), Formasi Kelesa (Eosen-Oligosen Awal), Formasi



Talangakar (Oligosen Akhir-Miosen Awal), Formasi Lakat (Oligosen Akhir-Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal-Tengah), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah-Akhir), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir-Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio- Plistosen).

Endapan Kuartar tersusun oleh batuan produk gunungapi, endapan undak sungai, endapan rawa dan aluvium.

Disamping itu terdapat batuan-batuan terobosan yang berumur mulai Jura hingga Kuartar yang terdiri atas Pluton Granit, Granit, Pegmatit, Diorit, Granodiorit, Dasit dan Syenit.

## 2.2. Struktur Geologi

Struktur geologi Lembar Muarabungo cukup kompleks, proses tektonik berlangsung sejak Karbon hingga Resen. Unsur struktur utama yang terdapat di lembar ini adalah lipatan dan sesar.

Perlipatan umumnya berarah Barat-Timur dan Baratlaut-Tenggara. Lipatan berarah Barat-Timur mempengaruhi batuan Pra Tersier, sedangkan berarah Baratlaut-Tenggara mempengaruhi batuan Pra Tersier dan Tersier. Ciri lipatan menunjukkan pengaruh deformasi pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan Tersier dan Kuartar. Pensesaran umumnya dapat dibagi atas empat arah yaitu Barat Baratlaut-Timur Tenggara, Baratlaut-Tenggara,

Timurlaut-Baratdaya dan Timur Timurlaut – Barat Baratdaya. Pensesaran pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan pada Tersier.

## 2.3. Indikasi Batubara

Hasil penyelidikan sebelumnya, terutama penyelidikan dari Pusat Sumber Daya Geologi (Dahlan Ibrahim dkk., Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan, Daerah Sumai dan sekitarnya, Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi), Formasi Muaraenim di sekitar kawasan ini diperkirakan memiliki endapan batubara yang cukup potensial dengan ketebalan lapisan batubara mencapai 11 m. Secara megaskopis, batubara tersebut berwarna hitam kecoklatan, kusam, menampakkan struktur kayu yang cukup jelas dan menunjukkan karakteristik *rank* batubara yang rendah atau *low rank coal* (Dahlan Ibrahim, 2010). Sementara itu pada tahun yang sama di daerah Utara daerah yang akan diteliti telah dilakukan penyelidikan dimana hasilnya terdapat lapisan batubara dengan ketebalan mencapai 8.85m (SM. Tobing, 2011).

Berdasarkan acuan informasi tersebut daerah Kampung Baru yang terletak di sebelah selatannya diharapkan memiliki potensi endapan batubara yang hampir sama, sehingga

dianggap layak untuk dilakukan penyelidikan.

### 3. KEGIATAN PENYELIDIKAN

#### 3.1. Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan yang dilakukan adalah pengumpulan data sekunder, Pekerjaan lapangan yaitu eksplorasi langsung dilapangan dimana kegiatan yang dilakukan diantaranya pemetaan geologi endapan batubara dan Pemboran batubara, analisis laboratorium dan pengolahan data.

#### Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diantaranya adalah evaluasi data dengan membuat rencana kerja lapangan, persiapan peta, persiapan peralatan survei, akses kesampaian daerah dan lain-lain.

Data sekunder yang cukup penting adalah Peta Geologi Lembar Muarabungo Sumatera, skala 1 : 250.000 (Puslitbang Geologi Bandung Simanjuntak, dkk., 1991). Dari peta geologi regional tersebut di daerah penyelidikan terdapat formasi-formasi batuan yang merupakan *coal bearing formation* yaitu Formasi Muaraenim, Formasi Kasai dan Formasi Airbenakat. Disamping itu tercantum adanya beberapa lokasi singkapan batubara.

Studi pustaka juga mempelajari berbagai masukan mengenai daerah

yang akan dituju baik dari literatur maupun informasi lisan yang bersumber dari peneliti terdahulu.

Spruyt (1956) dan de Coster (1974) menyusun dan memberikan penamaan pada stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan. Tatanama yang dipakai kedua penulis tersebut sering menjadi acuan bagi para penulis berikutnya.

Shell Mijnbouw (1978) menyelidiki endapan batubara Formasi Muaraenim pada Cekungan Sumatera Selatan, antara lain dengan metoda pemboran dan pengukuran seismik. Shell Mijnbouw membagi Formasi Muaraenim atas 4 (empat) anggota yaitu dari tua ke muda : Anggota M1, M2, M3 dan M4, pembagian ini didasarkan atas keberadaan lapisan-lapisan batubara yang terkandung pada formasi tersebut.

Hasil penyelidikan Pusat Sumber Daya Geologi (Dahlan Ibrahim dkk., 2010) menunjukkan pada Formasi Muaraenim terdapat beberapa lapisan batubara dengan ketebalan singkapan mencapai 11 meter dan dari hasil pemboran sekitar 7 meter dengan karakteristik batubara adalah *low rank coal*.

Data sekunder lainnya adalah data dari beberapa perusahaan batubara swasta di daerah Sumai dan sekitarnya antara lain P.T. Globalindo Alam Lestari, P.T. Tebo Agung Internasional, P.T.

Asia Multi Investama, P.T. Hasil Tambang Rakyat dan P.T. Bumi Unggul Permai.

### Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil kegiatan lapangan, yaitu dari hasil pemetaan geologi batubara dan pemboran inti.

Pemetaan Geologi Endapan Batubara

- Mencari lokasi singkapan batubara, koordinatnya, pengukuran kedudukan, tebal lapisan dan pemerian singkapan, diplot pada peta kerja skala 1 : 50.000.
- Mengamati batuan pengapit lapisan batubara.
- Dokumentasi singkapan.
- Dilakukan pengambilan conto batubara untuk keperluan analisis laboratorium.

Peralatan yang digunakan:

- Peta Geologi dan peta Topografi lembar Muarabungo, Jambi
- Palu geologi, Kompas geologi, GPS dan Kamera Lapangan
- Pita ukur, kantong conto
- Catatan lapangan

### Pemboran Inti

Pemboran inti adalah metoda pemboran dangkal dengan mengambil conto inti bor (*core*). Interval titik bor dirancang sedemikian rupa yang diharapkan dapat menembus lapisan-

lapisan batubara secara representatif. Pemboran dilakukan pada tujuh lokasi dengan kedalaman antara 53 m - 93 m.

Pertimbangan dalam pemboran inti adalah : Kedalaman pemboran harus disesuaikan dengan kemampuan alat, ketersediaan suplai air selama kegiatan pemboran, akses jalan yang memadai agar transportasi alat dapat dilakukan. Setiap titik bor diusahakan ditempatkan sedemikian rupa sehingga cukup representatif untuk rekonstruksi/korelasi lapisan-lapisan batubara yang ada.

Pemboran inti ini bertujuan untuk mengetahui Informasi kearah vertikal dan urutan litologi secara utuh, tebal per lapisan tiap satuan batuan dan untuk pengambilan conto batubara yang lebih baik dari inti bor untuk keperluan analisis Laboratorium, diantaranya analisis kimia dan petrografi batubara untuk mengetahui mutu batubara.

Alat Bor yang digunakan terdiri dari 1 unit mesin bor jenis *JACRO TDZ-200* beserta alat pendukung lainnya (pompa pengantar, pompa pembilas, *wireline* dan penginti *core barrel* berukuran NQ) dilengkapi dengan mata bor *diamond* dan *tungstein*, pipa-pipa *rod* dan *casing*, bentonit dan generator listrik.

### 3.2. Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium bertujuan mengetahui kualitas dan jenis dari batubara disamping untuk mengetahui spesifikasi penggunaan, perkiraan

lingkungan pengendapan dan aspek teknis laboratorium lainnya. Analisis laboratorium menentukan kandungan air, kandungan zat terbang, kandungan abu, karbon tetap, kadar sulfur total, nilai kalori dan berat jenis dan indeks kekerasan., mengetahui kandungan unsur-unsur : karbon, hidrogen, belerang, Oksigen. Analisis petrografi juga dilakukan untuk mengetahui komposisi maseral, derajat kematangan dan kandungan mineral. Analisis ini disamping untuk mengetahui rank dari batubara, juga dapat membantu penafsiran lingkungan pengendapan batubara.

#### **4. HASIL PENYELIDIKAN**

##### **4.1. Morfologi**

Daerah Penyelidikan merupakan daerah datar, satuan morfologi daerah penyelidikan merupakan satuan geomorfologi dataran rendah. Aliran sungai yang menoreh satuan geomorfologi ini menunjukkan pola aliran mendaun atau Sub Dendritik. Pola ini mencerminkan jenis batuan yang ditorehnya relatif homogen dengan kemiringan lapisan yang landai. Stadium erosi aliran sungainya menunjukkan stadium erosi relatif dewasa dimana erosi air mulai mengarah kearah lateral. Beberapa sungai yang mengalir pada satuan morfologi ini adalah S. Aburan, S, Bengkal, S. Belilas dan anak anak

sungainya yang mengalir kearah selatan dan bermuara ke sungai Batanghari.

##### **4.2. Stratigrafi**

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun dari Endapan Tersier dan Endapan Kuartar, posisi stratigrafi dari tua ke muda adalah Fm Air Benakat, Fm. Muaraenim, Fm. Kasai dan endapan. Formasi utama pembawa batubara adalah Fm. Muaraenim. Formasi Airbenakat berumur Miosen Awal-Tengah dan Formasi Muaraenim berumur Miosen Akhir-Pliosen. Endapan Kuartar terdiri atas Formasi Kasai berumur Plio-Plistosen dan Aluvium berumur Holosen (Simanjuntak, T.O., dkk, 1991).

##### **4.3. Struktur Geologi**

Struktur daerah penyelidikan berupa antiklin dan sinklin berarah relatif Baratlaut-Tenggara sedangkan perkiraan sesar berupa sesar normal berarah relatif Barat-Timur dan Baratlaut-Tenggara.

##### **4.4. Pembahasan Hasil Penyelidikan**

###### **4.4.1. Data Lapangan dan Interpretasi**

Kegiatan lapangan terdiri atas pemetaan geologi endapan batubara dan pemboran. Kegiatan pemetaan geologi dilakukan terhadap Formasi Muaraenim, Formasi Airbenakat dan Formasi Kasai sedangkan pemboran lebih difokuskan pada formasi pembawa

batubara utama yaitu Formasi Muaraenim.

Kendala dalam penyelidikan lapangan adalah sulitnya menemukan singkapan batubara karena secara kemiringan lapisan batuan di daerah penyelidikan relatif landai dan sulit dijumpai undulasi topografi di daerah tersebut. Selain itu sebagian besar wilayah penyelidikan adalah lahan perkebunan kelapa sawit. Di areal perkebunan kelapa sawit umumnya telah dilakukan pengolahan lahan *Land Clearing* sedemikian rupa yang merubah topografi dan morfologi aslinya, hal ini juga menyebabkan singkapan-singkapan batubara pada sungai yang asli biasanya telah tertutup oleh penimbunan, pembuatan parit-parit baru dan perataan permukaan tanah. Pembukaan lahan kelapa sawit pada awalnya biasanya dilakukan dengan pembakaran hutan atau semak belukar sehingga kemungkinan singkapan-singkapan batubara yang ada ikut terbakar sehingga tidak muncul di permukaan. Musim hujan yang berlangsung pada waktu penyelidikan lapangan juga menimbulkan kendala terhadap kegiatan pemboran karena lokasi pemboran berada pada elevasi yang rendah sehingga sering terjadi genangan disekitar lokasi pemboran.

Pemetaan batubara yang dilakukan selama kegiatan lapangan berlangsung

(periode 1 dan 2) tidak menemukan singkapan batubara atau batuan lain.

Kegiatan pemboran batubara pada periode 1 menyelesaikan 5 (lima) lokasi bor yang diberi notasi KB-01, KB-02, KB-03, KB-04 dan KB-05. Lapisan batubara yang ditembus dari 5 titik pemboran hanya dijumpai pada titik bor KB-01 dengan ketebalan hanya 15 cm. Lapisan batubara pada titik bor KB-01 diperkirakan lapisan batubara pada Formasi Muaraenim.

Kegiatan pemboran pada periode ke telah diselesaikan 2 (dua) lokasi bor yang diberi notasi KB-06 dan KB-07.

#### 4.4.2 Pemboran Inti

Pemboran inti dilakukan pada lokasi yang dipilih dan diprediksi dapat menembus lapisan batubara pada kedalaman yang disesuaikan dengan peralatan bor yang digunakan. Penentuan titik bor disesuaikan dengan beberapa pertimbangan diantaranya kondisi lapangan, faktor kondisi geologi, kemudahan akses untuk membawa peralatan bor dan ketersediaan air. Kegiatan pemboran berlangsung selama 8 jam non stop yang dilaksanakan oleh 1 tim pemboran

Peralatan mesin bor yang dipakai pada kegiatan ini adalah 1 unit mesin bor jenis *JACRO TDZ-200* beserta alat pendukung pemboran lainnya seperti mesin pompa pengantar, mesin

pengaduk bentonit, mesin pembilas, peralatan kunci-kunci, pipa-pipa *rod* dan *casing*, semen pemboran (bentonit) dan generator listrik.

Pemboran dimulai dengan memakai casing NW sedalam 3,00 m untuk mendudukan posisi *rod/core barrel* untuk pengambilan conto-conto batuan.

Pengambilan conto dilakukan dengan memakai *rod/core barrel* NQ. Untuk menghindari terjadinya ambrukan batuan dari dinding lobang bor, pipa *casing* dipasang dan didudukan mulai dari permukaan (0,00 m). Semua inti hasil pemboran diambil dimasukkan ke dalam '*core box*' sesuai dengan urutan kedalaman dan kemudian dideskripsi.

Kegiatan pemboran batubara pada periode I menyelesaikan 5 (lima) lokasi bor yang diberi notasi KB-01, KB-02, KB-03, KB-04 dan KB-05 dengan kedalaman masing-masing adalah 90.00 m; 65,00 m; 53.00 m, 55 m dan 55.00 m. Lapisan batubara yang ditembus pada pemboran dijumpai pada Titik bor KB-01 dengan ketebalan hanya 15 cm. Lapisan batubara pada titik bor KB-01 diperkirakan lapisan batubara pada Formasi Muaraenim.

Kegiatan pemboran batubara pada periode 2 telah diselesaikan 2 (dua) lokasi bor yang diberi notasi KB-06 dan KB-07. dengan kedalaman masing-masing adalah 92.00 m dan 90.15 m, sedangkan dari pemboran yang

dilakukan tidak ditemukan adanya lapisan batubara.

#### **4.5. Potensi Endapan Batubara**

Selama berlangsung kegiatan pemboran tidak ditemukan adanya lapisan batubara, kecuali pada titik pemboran KB-01 dengan ketebalan lapisan batubara kurang dari 15 cm. sedangkan pada lobang bor KB-02 sampai KB-07 indikasi batubara hanya dijumpai sebagai fragmen-fragmen atau pita-pita tipis batubara.

Hasil Pengamatan pemboran batubara yang dilakukan hampir pada semua titik bor memperlihatkan susunan litologi terdiri atas sedimen klastika halus yang terdiri dari batupasir dan batulempung dengan sisipan lempung batubaraan dan pita-pita tipis batubara. Batupasir berwarna abu-abu terang, rapuh, dominan kuarsa. Batulempung berwarna abu-abu terang sampai abu-abu tua, padu. Hasil pengamatan lobang bor disarikan pada Tabel 4.6.

Secara umum susunan litologi tersebut berupa selang seling antara lapisan batulempung, batulanau, pita-pita tipis atau fragmen batubara dengan lapisan batupasir kuarsa yang cenderung menghalus keatas. Batulempung dan batupasir pada umumnya Glaukonitan.

Lapisan batulempung karbonan berwarna abu-abu kehitaman sering dijumpai dan umumnya terdapat pada

bagian tengah ke arah atas, fragmen atau pita-pita tipis batubara umumnya membentuk struktur sedimen paralel laminasi pada lapisan batulempung kehitaman tersebut. Dari hasil inti bor memperlihatkan bahwa lapisan batubara belum terbentuk dengan baik di daerah ini, belum terbentuknya lapisan batubara ini kemungkinan adalah :

1. Daerah ini masih merupakan lingkungan transisi dari lingkungan marin ke lingkungan laut dangkal, paludal, dataran delta atau non marin. Hal tersebut bisa diamati pada lapisan batupasir dan lapisan batu lempung yang mengandung Glaukonit, tetapi semakin ke arah atas kandungan Glaukonit relatif berkurang.
2. Formasi Muara Enim di daerah ini kemungkinan mewakili tahap akhir dari *fase regresi* tersier yang terjadi secara regional di Sub cekungan Jambi.
3. *Fase regresi* tersebut dimulai dengan diendapkannya Formasi Gumai bagian atas dan diikuti oleh pengendapan Formasi Air Benakat yang didominasi oleh litologi batupasir pada lingkungan pantai dan delta. Formasi Air Benakat diendapkan secara selaras di atas Formasi Gumai. Pada Pliosen Awal, laut menjadi semakin dangkal dimana lingkungan pengendapan berubah menjadi laut dangkal,

paludal, dataran delta dan non marin dimana pada saat itu Formasi Muaraenim mulai diendapkan.

4. Adapun indikasi batubara yang dijumpai dari pemboran berupa pita-pita tipis atau fragmen batubara diperkirakan merupakan awal dari terbentuknya batubara yang mewakili lapisan batubara anggota M1 Formasi Muaraenim, yaitu lapisan paling bawah dari anggota Muaraenim. *Shell Mijnbouw (1978)* membagi Formasi Muaraenim atas empat anggota, yaitu Anggota M1, M2, M3 dan M4.

#### 4.5.1. Kualitas Batubara

Secara megaskopis batubara dari conto inti bor yang didapat memperlihatkan bahwa ciri fisik batubara berwarna hitam kecoklatan-hitam, kusam, berlapis, terlihat struktur kayu, mengotori tangan, mengandung resin. Analisis kimia dan petrografi batubara dari conto inti bor tidak dilakukan dikarenakan tipisnya lapisan batubara.

#### 4.5.2. Sumber Daya Batubara

Penghitungan sumberdaya batubara daerah Kampung Baru tidak bisa dihitung batubara hanya ditemukan pada 1 titik Bor yakni pada titik bor KB-01 dimana ketebalannya hanya 15 cm.

#### 4.6. Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Batubara

Dari 7 titik bor yang telah dilakukan selama penyelidikan ini, tidak terlihat adanya prospek batubara yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lebih lanjut.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

- Pada Formasi Muaraenim di daerah penyelidikan lapisan batubara tidak berkembang secara baik, Daerah ini merupakan lingkungan transisi dari lingkungan pengendapan marin ke lingkungan laut dangkal, paludal, dataran delta atau non marin.
- Indikasi batubara yang dijumpai berupa pita-pita tipis atau fragmen batubara diperkirakan merupakan awal awal dari terbentuknya batubara yang mewakili lapisan batubara anggota M1 Formasi Muaraenim
- Sangat sulit menemukan Singkapan batubara ataupun singkapan batuan sedimen lainnya, hal ini antara lain disebabkan landainya kemiringan lapisan batuan dan juga dipengaruhi oleh faktor topografi yang juga relatif landai.
- Hasil pemetaan geologi tidak menemukan singkapan batubara maupun batuan lain. Sulitnya menemukan singkapan juga disebabkan karena daerah

penyelidikan sebagian besar merupakan lahan perkebunan kelapa sawit, dimana lahannya sudah diolah dengan pembakaran, pembuatan parit-parit baru, penimbunan dan perataan sehingga singkapan sulit untuk ditemukan.

- Kegiatan pemboran batubara telah menyelesaikan 7 (tujuh) lokasi bor yaitu KB-01, KB-02, KB-03, KB-04, KB-05, KB-06 dan KB-07 dengan kedalaman masing-masing 90.00 m, 65,00 m, 53.00 m, 55 m, 55.00 m, 92.00 m dan 90.15 m.
- Ketebalan lapisan batubara yang ditembus pemboran hanya mempunyai ketebalan 15 cm yaitu pada KB-01 (kedalaman 88 m).

#### 5.2. Saran

Disarankan agar pada Formasi Muaraenim yang relatif landai, dilakukan penyelidikan bawah permukaan dengan menggunakan alat Geofisika.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

**Dahlan, Ibrahim.,** Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan, daerah Muarakilis dan sekitarnya Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.

**Darman, H., dkk., 2000,** *An Outline Of The Geology of Indonesia*, IAGI.



**De Coster, G.H., 1974,** *The Geology of the Central and South Sumatera Basin*, Indonesia Petroleum Association, 3 rd Ann. Conv, Proceeding.

**Koesoemadinata, R.P.,dkk, 1978,** *Tertiary Coal Basins of Indonesia*, Prepared for the 10<sup>th</sup> Ann. Of CCOP, Geology Survey of Indonesia.

**Robertson Research,** *Coal Resources of Indonesia*, Vol. I Report,

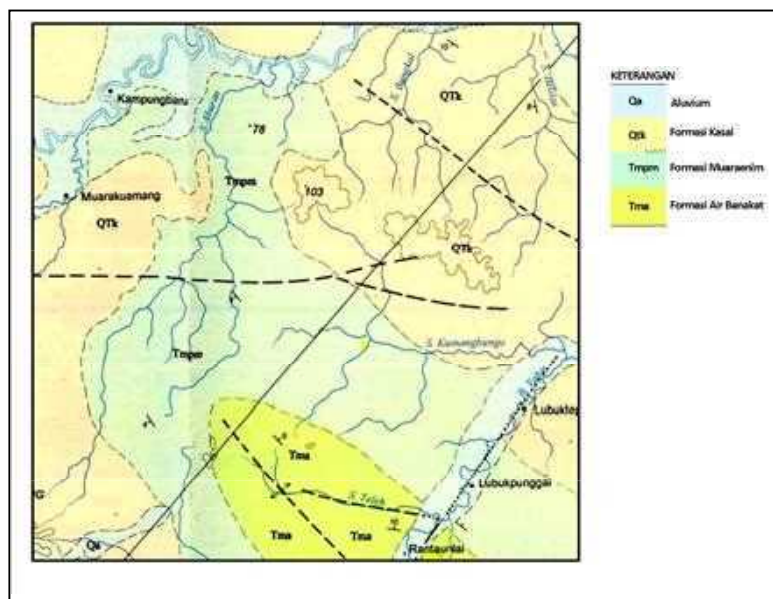
Robertson Research (Australia) PTY Limited, New South Wales.

**Shell Mijnbouw, 1978,** *Explanatory Notes to the Geological Map of the South Sumatera Coal Province*, Exploration report.

**Simanjuntak, dkk., 1994,** *Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera*, Puslitbang Geologi, Bandung



Gambar 1.1. Lokasi Daerah Penyelidikan



Gambar 2.2. Peta Geologi Daerah Kampung Baru Kab Tebo, Provinsi Jambi  
(Sumber: Simanjuntak, T.O., dkk, 1991, Geologi Lb Muarabungo, Sumatera, Puslitbang Geologi, Bandung)

UMUR		FORMASI / BATUAN		LINGKUNGAN PENGENDAPAN
KUARTER	PLISTOSEN	ALUVIUM	Endapan Rawa	Darat
		Undak Sungai		
TERSIER	PLIOSEN	Fm. KASAI		Darat
		MIOSEN	AKHIR	
	TENGAH		Fm. AIR BENAkat	Laut Dangkal - Dalam
	AWAL		Fm. GUMAI	
	OLIGOSEN	Fm. TALANG AKAR	Fm. LAKAT	Darat - Laut Dangkal
		EOSEN	Fm. LAHAT	
KELOMPOKBATUAN PRA TERSIER				

Tabel 2.1 Stratigrafi Lembar Muarabungo, Jambi (Dahlan Ibrahim 2011, Modifikasi dari Simanjuntak, 1991)

UMUR		FORMASI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	
KUARTER	PLISTOSEN	ALUVIUM	Darat	
TERSIER	PLIOSEN	Fm KASAI	Darat	
		MIOSEN	AKHIR	Fm MUARAENIM
	TENGAH		Fm AIR BENAkat	Laut Dangkal-Dalam
	AWAL			

Tabel 4.1 Stratigrafi Daerah Penyelidikan (Agus Subarnas 2012, Modifikasi dari Simanjuntak, 1991)

Tabel 4.2 Daftar Singkapan Daerah Kampung Baru dan Sekitarnya (Periode 1)

No	No Sts	Koordinat		No.	Jenis Batuan	Jurus/Kem N.E/..°	Tebal (m)	Keterangan
		X	Y					
1	SKB-1	01°34' 15.5"	102°20' 31.6"		Bip pasiran kuarsa, kuning kecoklatan soil	-	-	S. Aburan
2	SKB-2	01°35' 32.4"	102°19' 47.3"		Bip pasiran kuarsa, kuning kecoklatan soil, lempungan	-	-	S. Aburan
3	SKB-3	01°35' 41.9"	102°20' 26.1"		Bip pasiran kuarsa, kuning kecoklatan soil, lempungan	-	-	Cbg S. Aburan
4	SKB-4	01°35' 45.9"	102°19' 52.3"		Bip. soil, coklat	-	-	-
5	SKB-5	01°35' 01.6"	102°21' 04.2"		Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	Cbg S. Aburan
6	SKB-6	01°35' 07.9"	102°21' 44.1"		Bip. tobian, lempungan	-	-	Cbg S. Aburan
7	SKB-7	01°35' 00.1"	102°21' 47.9"		Bip. tobian, lempungan	-	-	Cbg S. Aburan
8	SKB-8	01°34' 21.2"	102°21' 50.9"		Bps. tobian, lempungan	-	-	Cbg S. Aburan
9	SKB-9	01°31' 48.5"	102°17' 03.7"		Bip lempungan, coklat	-	-	Kampung Baru
10	SKB-10	01°37' 12.0"	102°18' 15.0"		Bip psrn, coklat muda	-	-	S. Aburan
11	SKB-11	01°37' 27.1"	102°16' 21.9"		Bip psrn, coklat muda	-	-	-
12	SKB-12	01°38' 00.4"	102°17' 14.9"		Bip psrn, coklat muda	-	-	-
13	SKB-13	01°39' 01.7"	102°18' 01.6"		Bip. abuabu kecoklatan	-	-	Cbg S. Aburan
14	SKB-14	01°39' 01.1"	102°18' 31.2"		Bip. abuabu kecoklatan	-	-	-
15	SKB-15	01°40' 00.0"	102°17' 00.0"		Bip. abuabu kecoklatan	-	-	S. Aburan
16	SKB-16	01°38' 09.6"	102°19' 11.8"		Bip. abuabu kecoklatan, lapuk	-	-	-
17	SKB-17	01°38' 00.0"	102°21' 00.0"		Bip psrn, coklat, lapuk	-	-	Cbg S. Aburan
18	SKB-18	01°37' 55.4"	102°21' 18.3"		Bip. abuabu kecoklatan, lapuk	-	-	-
19	SKB-19	01°37' 49.5"	102°21' 22.6"		Bip. abuabu kecoklatan, lapuk	-	-	-
20	SKB-20	01°37' 29.4"	102°20' 49.6"		Bip. abuabu kecoklatan, lapuk	-	-	-
21	SKB-21	01°38' 52.3"	102°21' 17.7"		Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	Cbg S. Aburan
22	SKB-22	01°38' 26.3"	102°22' 03.4"		Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	-
23	SKB-23	01°38' 40.2"	102°20' 31.6"		Bip psrn, coklat muda	-	-	-

Tabel 4. 3 Daftar Singkapan Daerah Kampung Baru dan Sekitarnya (Periode 2)

No	Sts	Koordinat		Jenis Batuan	Jrs/Kem N...E/..°	Tebal (m)	Ket
		X	Y				
1	SKB-24	01° 38' 54.6"	102° 24' 31.8"	Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	
2	SKB-25	01° 39' 38.0"	102° 23' 56.9"	Bps lempungan, coklat	-	-	
3	SKB-26	01° 40' 00.0"	102° 24' 00.0"	Bip psrn, coklat muda	-	-	
4	SKB-27	01° 42' 11.4"	102° 15' 57.5"	Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	
5	SKB-28	01° 43' 26.2"	102° 15' 42.5"	Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	
6	SKB-29	01° 42' 00.0"	102° 19' 38.0"	Bip psrn, coklat, lapuk	-	-	
7	SKB-30	01° 42' 15.3"	102° 20' 48.3"	Bps Q, h-k, putih kekuningan	-	-	
8	SKB-31	01° 43' 03.6"	102° 19' 42.4"	Bps lempungan, coklat	-	-	
9	SKB-32	01° 43' 57.3"	102° 19' 42.3"	Bip psrn, coklat muda	-	-	
10	SKB-33	01° 30' 00.0"	102° 23' 59.0"	Bip, abuabu kecoklatan	-	-	

Tabel 4.4. Data Titik Bor Daerah Penyelidikan (Periode 1)

No	TITIK BOR	KEDALAMAN (m)	KOORDINAT		WAKTU PELAKSANAAN
			X	Y	
1	KB-01	90.00	102° 20' 31.8"	01° 34' 15.5"	12 Okt - 17 Okt
2	KB-02	65.00	102° 19' 57.2"	01° 35' 05.2"	19 Okt - 24 Okt
3	KB-03	53.00	102° 19' 47.3"	01° 36' 32.2"	26 Okt - 30 Okt
4	KB-04	55.00	102° 20' 18.7"	01° 38' 30.0"	01 Nov - 06 Nov
5	KB-05	55.00	102° 18' 01.6"	01° 39' 01.7"	08 Nov - 10 Nov

Tabel 4.5 Data Titik Bor Daerah Penyelidikan (Periode 2)

No	TITIK BOR	KEDALAMAN (m)	KOORDINAT		WAKTU PELAKSANAAN
			X	Y	
1	KB-06	92.00	102° 23' 58.6"	01° 39' 37.0"	13 Nov - 23 Nov
2	KB-07	90.15	102° 19' 39.5"	01° 42' 13.2"	27 Nov - 03 Des

Tabel. 4.6. Urutan vertikal dari atas ke bawah litologi lobang Bor dari 7 titik Bor di daerah Penyelidikan

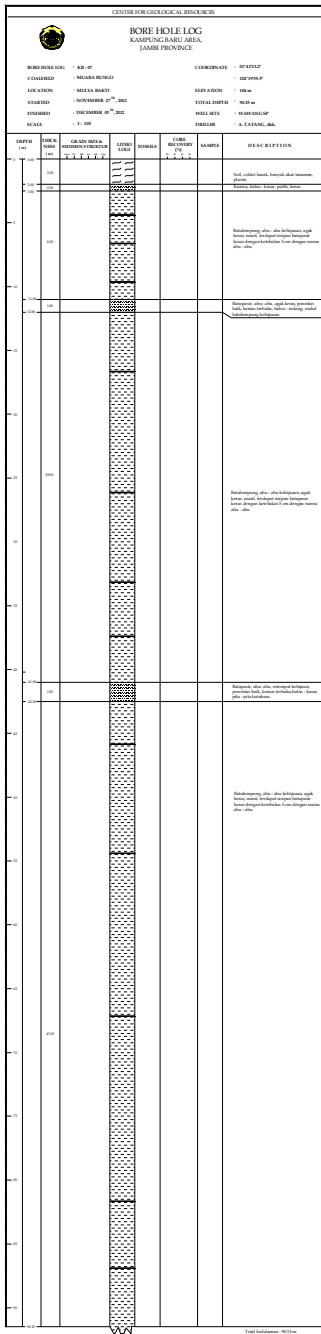
KB-01	KB-02	KB-03	KB-04	KB-05	KB-06	KB-07
Batulempung, kehijauan (glukonitan) agak keras, masif, setempat terdapat fragmen batubara.	Batulempung, kehijauan ( glukonitan ) agak keras, terdapat fragmen batubara.	Batulempung, abu - abu sampai kehitaman, masif, fragmen batubara.	Batulempung, kecoklatan, lunak, plastis, pita - pita batubara dikendalikan 5-50 m, setempat kehijauan.	Batulanau, lunak, plastis. Batupasir kuarsa, lepuas.	Batulempung, kecoklatan, agak keras, pita batubara, setempat kehijauan.	Kuarsa, halus - kasar, putih, keras.
Batupasir, abu - abu - kehitaman, sedang -kasar, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, setempat terdapat fragmen batubara.	Batupasir, abu - abu - kehitaman, sedang -kasar, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, setempat terdapat fragmen batubara.	Batupasir, abu - abu, setempat terdapat kehitaman dengan fragmen batubara.	Batupasir, abu - abu, setempat kehijauan, porositas baik, kemas terbuka.	Batulempung, kehijauan ( glukonitan ) agak keras, masif, setempat terdapat fragmen batubara.	Batupasir, abu-abu, agak keras, porositas baik, kemas terbuka, halus - sedang, nodul batulempung, kehijauan.	Batulempung, abu - abu kehijauan, agak keras, masif, terdapat sisipan batupasir dengan warna abu - abu.
Batulempung, kehitaman, terdapat sisipan tipis batubara dengan tebal 5 cm	Batulempung, kehitaman, terdapat sisipan tipis batubara dengan tebal 5 cm	Batulempung, abu - abu - kehitaman, setempat kehijauan, masif, agak keras	Batulempung, kecoklatan, lunak, plastis, setempat kehijauan.	Batupasir, abu - abu - coklat, halus - sedang, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang.	Batulempung, abu - abu sampai sedang kehijauan, lunak, plastis pita batubara, setempat batupasir, terdapat nodul batubara	Batupasir, abu - abu, agak keras, porositas baik, kemas terbuka, halus - sedang, nodul batulempung, kehijauan.
Batupasir, halus -kasar, setempat fragmen batubara.	Batupasir, kehijauan, halus - sedang, setempat terdapat fragmen batubara, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, berlapis.	Batupasir glukonitan, agak keras, masif.	Batupasir, abu - abu - setempat terdapat kehitaman, lunak, pita - pita batubara.	Batulempung, kehijauan ( glukonitan ) agak keras, masif.	Batupasir, abu - abu, porositas baik, kemas terbuka, terdapat kayu.	Batulempung, abu - abu kehijauan, agak keras, masif, terdapat sisipan batupasir dengan warna abu - abu.
Batubara, hitam, kusun, mudah hancur, mengotori langgan, lunak, berlapis.	Batulempung, abu - abu sampai sedang, kehijauan, agak keras, plastis.	Batulempung, abu - abu - kehitaman, lunak, plastis, masif.	Batulempung, kecoklatan, agak keras, pita batubara, setempat kehijauan.	Batupasir, abu - abu - kehitaman, sedang -kasar, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, setempat fragmen batubara.	Batulempung, abu - abu sampai sedang, kehijauan, agak keras, masif, terdapat sisipan batupasir halus - sedang.	Batupasir, abu - abu, setempat terdapat sisipan batupasir dengan warna abu - abu.
Batulempung, abu - abu sampai sedang, kehijauan, plastis, lunak, setempat nodul glukonitan.	Batulempung, abu - abu sampai sedang, kehijauan, agak keras, plastis.	Batupasir, halus - kasar, setempat terdapat fragmen batubara, berlapis.	Batupasir, abu - abu, lunak, masif, nodul batupasir.	Batulempung, kehitaman, terdapat sisipan tipis batubara dengan tebal 5 cm	Batupasir, halus - sedang, porositas baik.	Batupasir, abu - abu, setempat terdapat sisipan batupasir dengan warna abu - abu.
	Batupasir, halus - kasar, setempat terdapat fragmen batubara, berlapis.	Batupasir, halus - kasar, kemas terbuka, membundar tanggung, agak keras.	Batulempung, abu - abu, lunak, masif, nodul batupasir.	Batupasir, abu - abu sedang -kasar, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, setempat fragmen batubara serta inter-kalasi batulempung dan batupasir.	Batulempung, abu - abu sampai sedang, kehijauan, lunak, terdapat pita pita batubara.	Batulempung, abu - abu kehijauan, agak keras, masif, sisipan batupasir warna abu - abu.
			Batupasir, abu - abu, setempat kehijauan, porositas baik, kemas terbuka, halus - kasar, pita - pita batubara.	Batulempung, kehitaman, mengotori langgan, setempat fragmen batubara, lunak.	Batupasir kuarsa, halus - sedang	
			Batulempung, abu - abu, agak keras, sisipan batupasir, halus sedang, abu - abu.	Batulempung, karbonan, kehitaman, mengotori langgan, setempat fragmen batubara, lunak.	Batulempung, kehijauan, agak keras, masif.	
				Batupasir, kehijauan, halus - sedang, setempat fragmen batubara, kemas terbuka, agak keras, porositas sedang, berlapis.	Batupasir, halus - sedang, porositas baik, kemas terbuka.	
					Batulempung, kehijauan, agak keras, masif, setempat batulempung abu - abu.	



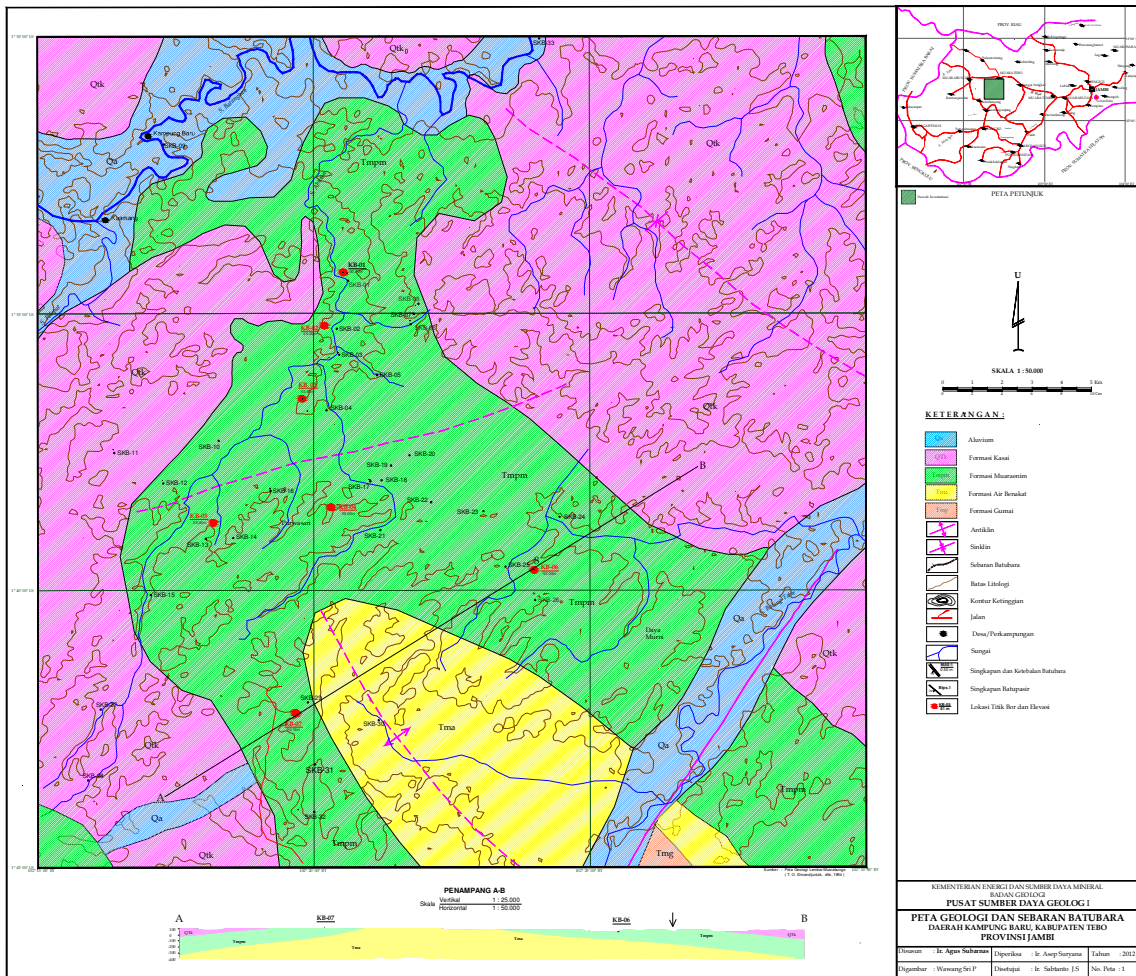








Peta Geologi dan lokasi titik bor



## PENYELIDIKAN BATUBARA BERSISTEM PADA CEKUNGAN SUMATERA SELATAN, DAERAH DUSUN SIMAMBO KABUPATEN TEBO, PROVINSI JAMBI

Dede Ibnu Suhada

KPP Energi Fosil

### ABSTRACT

*The coal investigation of South Sumatra Basin at Simambo Area Jambi Province aims to determine the potential coal resources of the area. Administratively included in Tebo Regency, Jambi Province and lies in the coordinates between 01<sup>o</sup>00'00" - 01<sup>o</sup>15'00" Latitude and 102<sup>o</sup>15'00" – 102<sup>o</sup>30' Longitude.*

*There are two coal bearing formations; Air Benakat Formation and Muaraenim Formation. One seam of Air Benakat Fm. the AB layer has a thickness of about 1.2 m and Muara Enim Fm. there are 4 layers of layer 1 (8.2 m), layer 2 (1 m), layer 3 (2.2 m), and layer 4 (6.85 m).*

*Quality coals for Fm. Muaraenim tend to vary ranging from 4.325 cal/gram up to 5.954 cal/gram. While the quality of the coal Fm. Air Benakat is 6.661 cal/gram.*

*Total coal resources of the three-block Simambo Area totaled 282.411.333 tons.*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Penyelidikan batubara bersistem di Cekungan Sumatera Selatan telah dimulai sejak tahun 90'an oleh Pusat Sumber Daya Geologi yang meliputi sebagian besar wilayah Sumatera Selatan. Wilayah Jambi yang termasuk kedalam Cekungan Sumatera Selatan baru sebagian kecil wilayah yang telah dilakukan penyelidikan bersistem. Untuk melengkapi dan melanjutkan penyelidikan batubara bersistem di Wilayah Jambi maka dilakukan kegiatan penyelidikan ini.

Cekungan Sumatera Selatan merupakan salah satu cekungan di Indonesia yang mempunyai potensi endapan batubara. Menurut hasil penyelidikan terdahulu, Cekungan Sumatera Selatan memiliki sumber daya batubara yang sangat besar, yaitu sekitar 59 milyar ton (Badan Geologi, 2011). Saat ini penyelidikan yang dilakukan di Cekungan Sumatera Selatan belum mencakup seluruh wilayah yang dianggap memiliki endapan batubara. Untuk itu, Pusat Sumber Daya Geologi melakukan kegiatan Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatra

Selatan, Daerah Dusun Simambo dan Sekitarnya, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan penyelidikan bersistem ini adalah untuk mengetahui pola sebaran, bentuk geometris, dimensi dari endapan batubara, urutan stratigrafi dari batuan-batuan pengapit serta kualitas batubara. Tujuannya adalah untuk mengetahui potensi sumber daya batubara dari daerah tersebut untuk melengkapi *data base* potensi batubara Indonesia yang disimpan dalam *bank data* Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

### Lokasi Daerah Penyelidikan

Daerah Dusun Simambo termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi, terletak pada koordinat antara 01<sup>o</sup>00'00" - 01<sup>o</sup>15'00" LS dan 102<sup>o</sup>15'00" - 102<sup>o</sup>30' BT. Dalam Peta Topografi Bakosurtanal skala 1 : 50.000 termasuk dalam Lembar Peta Dusun Sinambo dengan nomor index 0914-44.

### GEOLOGI UMUM

Menurut *Pieters drr. (1983)* dalam Peta Geologi Lembar Ransiki, wilayah ini mempunyai lima mandala geologi utama yaitu Bongkah Blok Kemun, Bongkah Blok Arfak, Ranah (Mintabat) Leher Burung (Lajur Lipatan

Lengguru), Cekungan Bintuni dan Sistem Sesar Ransiki.

### Stratigrafi

Lembar Muarabungo (Simanjuntak, dkk. 1994,) secara stratigrafi tersusun oleh batuan-batuan yang berasosiasi dengan Cekungan Sumatra Selatan pada Sub Cekungan Jambi dan sebagian kecil berasosiasi dengan Cekungan Sumatra Tengah.

Urutan stratigrafi Lembar Muarabungo dikelompokkan atas tiga Zaman yaitu Pra Tersier, Tersier dan Kuartar. Pra Tersier berumur dimulai pada Karbon Awal – Perm Tengah terdiri atas Formasi Terantam (Karbon Awal), Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, Formasi Mentulu (ketiganya berumur Permokarbon yang dikelompokkan sebagai Kelompok Tigapuluh), Formasi Mengkarang (Perm Awal) dan Formasi Pelepat (Perm Awal – Tengah).

Batuan Tersier terdiri atas Formasi Lahat (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Kelesa (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Talangakar (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Lakat (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal – Tengah), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah - Akhir), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio Plistosen).

Endapan Kuarter tersusun oleh batuan produk gunungapi, endapan undak sungai, endapan rawa dan aluvium.

Selain daripada itu terdapat batuan-batuan terobosan berumur Jura hingga Kuarter yang terdiri atas Pluton Granit, Granit, Pegmatit, Diorit, Granodiorit, Dasit dan Syenit.

### **Struktur Geologi**

Struktur yang mempengaruhi di Lembar Muarabungo cukup kompleks meliputi proses tektonik yang berlangsung sejak Karbon hingga Resen. Unsur struktur utama yang terdapat di lembar ini adalah lipatan dan sesar.

Perlipatan umumnya berarah Barat – Timur dan Baratlaut – Tenggara. Lipatan berarah Barat – Timur mempengaruhi batuan Pra Tersier, sedangkan berarah Baratlaut - Tenggara mempengaruhi batuan Pra Tersier dan Tersier. Ciri lipatan menunjukkan pengaruh deformasi pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan Tersier dan Kuarter.

Pensesaran umumnya dapat dibagi atas empat arah yaitu BaratBaratlaut – Timur Tenggara, Baratlaut – Tenggara, Timurlaut – Baratdaya dan TimurTimurlaut – BaratBaratdaya. Pensesaran pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan pada Tersier.

### **Indikasi Endapan Batubara**

Pada Peta Geologi Lembar Muarabungo disebutkan bahwa terdapat beberapa singkapan batubara pada Formasi Muara Enim di sepanjang Sungai Sumai di dekat Dusun Semambu.

### **HASIL PENYELIDIKAN**

#### **Geologi Daerah Penyelidikan**

##### **Morfologi**

Daerah penyelidikan dibagi menjadi 3 morfologi yaitu; Morfologi Perbukitan Landai, Morfologi Perbukitan Bergelombang dan Morfologi Pegunungan Terjal

Morfologi perbukitan landai menempati hampir 60 persen wilayah penyelidikan ditempati oleh batuan berumur Tersier yaitu Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai. Pola pengaliran sungainya berupa dendritik, dimana polanya dicirikan seperti mendaun.

Morfologi perbukitan bergelombang berada di tengah lokasi penyelidikan menempati sekitar 10 persen. Pola pengaliran sungainya berupa sub-paralel.

Morfologi Pegunungan Terjal menempati 30 persen di wilayah timurlaut daerah penyelidikan. Ditempati oleh batuan yang berumur tua seperti Granit, Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, dan Formasi Gumai.

Dicirikan dengan kemiringan lerengnya yang curam, pola pengaliran berupa radial.

### Stratigrafi

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh endapan Pra-Tersier, Tersier dan Kuartar. Batuan tertua adalah Formasi Gangsal dan Formasi Pengabuhan berumur Karbon sampai Perem, kemudian Granit yang berumur Jura. Endapan batuan Tersier yang tertua adalah Formasi Gumai kemudian Formasi Air Benakat berumur Miosen Awal - Tengah, di atasnya diendapkan Formasi Muaraenim yang berumur Miosen akhir - Pliosen. Endapan Kuartar terdiri atas Formasi Kasai berumur Plio-Plistosen. Dari keempat formasi atau batuan ini endapan batubara dijumpai pada Formasi Muaraenim dan Formasi Airbenakat.

### Struktur Geologi

Daerah penyelidikan dipengaruhi oleh struktur dan lipatan. Struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin berarah relatif Baratlaut - Tenggara sedangkan sesar berupa sesar normal berarah relatif sejajar dengan lipatan yaitu Baratlaut – Tenggara dan sesar mendatar berarah relatif Timurlaut – Baratdaya. Arah perlapisan batuan relatif baratlaut-tenggara yaitu sekitar N280°E sampai N330°E dengan

kemiringan relatif landai sekitar 10° sampai 20° relatif ke arah timur.

### Potensi Endapan Batubara

#### Lokasi dan sebaran batubara

Kegiatan lapangan yang dilakukan terdiri atas dua jenis pekerjaan yaitu pemetaan geologi endapan batubara dan pengeboran dangkal (kedalaman  $\leq 50$  m). Pemetaan geologi batubara difokuskan pada formasi pembawa batubara utama yaitu Formasi Muaraenim namun tidak mengabaikan formasi pembawa batubara lain khususnya Formasi Air Benakat. Pengeboran dilakukan untuk melengkapi hasil pemetaan di permukaan antara lain untuk mengetahui penyebaran lateral lapisan batubara, urutan sedimen pengapit batubara secara lebih rinci, ketebalan lapisan batubara yang lebih akurat dan mendapatkan conto batubara yang masih *fresh* yang belum banyak terkontaminasi.

Kegiatan lapangan didapatkan 38 singkapan dan 5 titik pengeboran. Dari 38 singkapan tersebut terdapat 25 singkapan batubara yang berada pada Formasi Muara Enim dan 2 singkapan pada Formasi Air Benakat. Batubara Formasi Muara Enim ini umumnya mempunyai ciri megaskopis berwarna hitam kecoklatan, kilap kusam, ringan, garis gores coklat, mengotori tangan, unsur kayu masih terlihat.

Dari hasil kegiatan pengeboran BSM-01, BSM-02, BSM-03, BSM-04 dan BSM-05 didapatkan lapisan batubara seperti pada tabel 1.

Dari hasil penyelidikan dan pengeboran didapatkan 6 (enam) lapisan batubara yaitu lapisan 1, 2, 3, 4, 5 dan AB. Tabel dibawah menunjukkan jumlah dan ketebalan dari masing-masing lapisan (Tabel 2).

### **Kualitas Batubara**

Hasil analisis laboratorium seperti pada lampiran 2 menunjukkan hasil sebagai berikut : Lapisan 1, moisture berkisar antara 8,72 % sampai 23,86 %, volatile matter berkisar antara 40,88 % sampai 50,77 %, Fixed Carbon berkisar antara 26,2 % sampai 36,85 %, Ash berkisar antara 1,76 % sampai 16,18 %, Total Sulphur berkisar antara 0,13 % sampai 0,24 %, calorific value berkisar 4460 cal/gr sampai 5688 cal/gr.

Lapisan 2, moisture berkisar antara 12,31 % sampai 218,64 %, volatile matter berkisar antara 43,872 % sampai 51,19 %, Fixed Carbon berkisar antara 33,52 % sampai 35,27 %, Ash berkisar antara 2,21 % sampai 3,74 %, Total Sulphur berkisar antara 0,14 % sampai 0,16 %, calorific value berkisar 4994 cal/gr sampai 5954 cal/gr.

Lapisan 3, moisture sebesar 12,73 %, volatile matter sebesar 46,34 %, Fixed Carbon sebesar 33,08 %, Ash sebesar 7,85 %, Total Sulphur sebesar

0,28 %, calorific value berkisar 5420 cal/gr.

Lapisan 4, moisture berkisar antara 15,20 % sampai 18,64 %, volatile matter berkisar antara 40,34 % sampai 43,47 %, Fixed Carbon berkisar antara 31,14 % sampai 35,27 %, Ash berkisar antara 2,37 % sampai 11,2 %, Total Sulphur berkisar antara 0,16 % sampai 0,21 %, calorific value berkisar 4325 cal/gr sampai 5270 cal/gr.

Lapisan AB, moisture sebesar 6,86 %, volatile matter sebesar 44,75 %, Fixed Carbon sebesar 42,75 %, Ash sebesar 5,64 %, Total Sulphur sebesar 2,75 %, calorific value berkisar 6661 cal/gr.

Hasil analisis petrografi disimpulkan batubara Daerah Simambo merupakan batubara berperingkat rendah sampai sedang (lignit sampai sub bituminous). Mikrolitotipe dari batubara adalah vitrit, dimana vitrit merupakan maseral yang dominan, disertai dengan inertinit dan sedikit liptinit.

### **Sumberdaya Batubara**

Perhitungan sumberdaya batubara diperoleh dari data lapangan dan data laboratorium. Data lapangan yang diperlukan antara lain adalah tebal, kemiringan dan panjang sebaran lapisan batubara, sedangkan data laboratorium yang diperlukan adalah berat jenis batubara (Density, RD)



Berdasarkan Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara Standar Nasional Indonesia (SNI) amandemen 1-SNI 135014-1998 dari Badan Standarisasi Nasional, sumberdaya batubara di Daerah Dusun Simambo dapat dikelompokkan kedalam sumber daya tereka (*Inferred resource*) dan sumberdaya hipotetik (*Hypothetical resource*).

Hasil penyelidikan batubara di daerah Dusun Sinambo memberikan beberapa gambaran mengenai potensi endapan batubara (Tabel 4, 5, 6 dan 7) :

- Terdapat 5 (lima) lapisan batubara dengan ketebalan > 1 meter dengan ketebalan maksimum mencapai 8,20 meter.
- Kemiringan lapisan relatif landai yaitu sekitar  $10^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  di Blok Simambo dan agak curam  $30^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  di Blok Pelayungan.
- Kontinuitas lapisan ke arah lateral ditinjau dari segi ketebalan cukup konsisten dan diperkirakan cenderung menebal ke arah Baratlaut.

Berikut adalah tabel perhitungan sumberdaya batubara dengan memperhatikan data kerapatan titik informasi batubara di lapangan (baik singkapan dan data pengeboran), maka dapat dikelompokkan sebagai sumberdaya tereka dan hipotetik

## Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan

Dilihat dari kemenerusan lapisan yang memanjang dari utara ke selatan sejauh 15 kilometer maka dimungkinkan Daerah Simambo mempunyai potensi yang sama untuk tambang dalam. Sedangkan dilihat dari ketebalan batubara maka daerah hasil penyelidikan memiliki prospek untuk dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai penyelidikan CBM di kemudian hari. Untuk menunjang kedua potensi ini maka diperlukan penyelidikan lanjutan geofisika seperti seismik dangkal sehingga diketahui kemenerusan lapisannya.

## KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan dapat disimpulkan bahwa;

1. Daerah penyelidikan termasuk kedalam Cekungan Sumatera Selatan, Sub Cekungan Jambi dimana Formasi pembawa batubaranya adalah Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenin dan Formasi Kasai
2. Terdapat 5 (lima) lapisan utama pada Formasi Muaraenim yaitu lapisan 1, 2, 3, 4 dan 5 dengan ketebalan masing-masing adalah 8,20 m, 1,00 m, 2,20 m, 6,85 dan 1 meter. Sedangkan pada Formasi

Air Benakat lapisan AB mempunyai ketebalan 1,2 meter.

3. Sumberdaya batubara tereka daerah penyelidikan sebesar 87,388,517 ton.
4. Sumberdaya batubara hipotetik daerah penyelidikan sebesar 195,022,816 ton.
5. Total sumberdaya batubara daerah penyelidikan sebesar 282,411,333 ton.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Darman, H., 2000,** *An Outline of The Geology of Indonesia,* Indonesian Association Geologist, IAGI, Jakarta.
- De Coster, G.H., 1974,** *The Geology of the Central and South Sumatra Basin,* Indonesia Petroleum Association, 3<sup>rd</sup> Ann. Conv, Proceeding.
- Ibrahim, D., 2010.** *Penyelidikan Batubara Bersistem Pada Cekungan Sumatera Selatan,* Daerah Sumai dan sekitarnya, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi.
- Koesoemadinata, R.P., dkk, 1978,** *Tertiary Coal Basins of Indonesia,* Prepared for the 10<sup>th</sup> Ann. Of CCOP, Geology Survey of Indonesia.
- Robertson Research,** *Coal Resources of Indonesia,* Vol. I Report, Robertson Research (Australia) PTY Limited, New South Wales.
- Shell Mijnbouw, 1978,** *Explanatory Notes to the Geological Map of the South Sumatra Coal Province,* Exploration Report.
- Simanjuntak, T. O., Budhitrisna, T., Surono., Gafur, S., dan Amin, T. C., 1994,** *Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatra,* Puslitbang Geologi, Bandung

Tabel 1. Daftar lokasi bor dan kedalaman batubara yang ditembus di daerah penyelidikan.

Lokasi Bor	Koordinat		Elevasi (m)	Kedalaman Bor (m)	Batubara yang ditembus (m)			Ket.
	X	Y			dari	sampai	tebal	
BSM-01	213565	9870127	116	50,10	26,00	34,20	8,20	Seam 1
BSM-02	210521	9868368	90	50,10	16,00	18,40	2,20	Seam 3
					34,20	41,05	6,85	Seam 4
BSM-03	216129	9868100	94	50,10	15,70	23,90	8,20	Seam 1
BSM-04	200194	9880445	115	50,10	13,60	19,80	6,20	Seam 2
					21,15	22,60	0,45	
BSM-05	200478	9880433	90	50,10	-	-	-	-

Tabel 2. Jumlah lapisan dan ketebalan dari batubara yang ada di daerah penyelidikan

Lapisan	Tebal (m)	Singkapan	Bor
1	8,20	SMB1, SMB6, SMB5, SMB4, SMB3, PMY6, PMY12, PMY18	BSM-01, BSM-03
2	1,00	SMB12, SMB14, PMY7, PMY10, PMY11, PMY16, PMY17	BSM-04
3	2,20	SMB7, SMB2, PMY20	BSM-02
4	6,85	SMB9, SMB10, SMB15, PMY9	BSM-02
5	> 1,00	PMY13	
AB	1,2	PMY4, PMY5	

Tabel 4. Perhitungan sumberdaya batubara Tereka dan Hipotetik Blok Simambo, Tebo-Jambi.

Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
1	4308	575	2477100	8.20	20312220	1.332	27060390
2	4000	524	2096000	1.00	2096000	1.295	2714320
3	6600	575	3795000	2.20	8349000	1.35	11271150
4	6600	575	3795000	6.85	25995750	1.347	35029273
<b>Total SD Tereka Blok Simambo</b>							<b>76,075,134</b>
Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
1	13000	575	7475000	8.2	61295000	1.332	81658561
2	13500	524	7074000	1	7074000	1.295	9160830
3	12000	575	6900000	2.2	15180000	1.35	20493000
4	12000	575	6900000	6.85	47265000	1.347	63689587
<b>Total SD Hipotetik Blok Simambo</b>							<b>175,001,979</b>
<b>Total SD</b>							<b>251,077,113</b>

Tabel 5. Perhitungan sumberdaya batubara Tereka dan hipotetik Blok Pelayungan, Tebo-Jambi.

Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
1	4000	155	620000	1	620000	1.37	849400
2	6640	155	1029200	6.2	6381040	1.32	8401702
3	2000	155	310000	1.5	465000	1.39	646350
4	2000	155	310000	1	310000	1.39	430900
5	2000	155	310000	1	310000	1.39	430900
<b>Total SD Tereka Blok Pelayungan</b>							<b>10,759,253</b>
Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
1	8000	155	1240000	1	1240000	1.37	1698800
2	8000	155	1240000	6.2	7688000	1.32	10122533
3	12000	155	1860000	1.5	2790000	1.39	3878100
4	12000	155	1860000	1	1860000	1.39	2585400
5	6000	155	930000	1	930000	1.39	1292700

<b>Total SD Hipotetik Blok Pelayungan</b>							<b>19,577,533</b>
<b>Total SD</b>							<b>30,336,786</b>

Tabel 6. Perhitungan sumber daya batubara Tereka dan Hipotetik Blok AB, Tebo-Jambi.

Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
AB	2500	141	352500	1.2	423000	1.31	554130
<b>Total SD Tereka Blok AB</b>							<b>554,130</b>
Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas daerah pengaruh (m <sup>2</sup> )	Tebal (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	SG Gr/ cm <sup>3</sup>	Berat (Ton)
AB	2000	141	282000	1.2	338400	1.31	443304
<b>Total SD Hipotetik Blok AB</b>							<b>443,304</b>
<b>Total SD Blok AB</b>							<b>997,434</b>

Tabel 7. Total sumberdaya batubara tereka dan hipotetik Daerah Dusun Simambo, Tebo-Jambi.

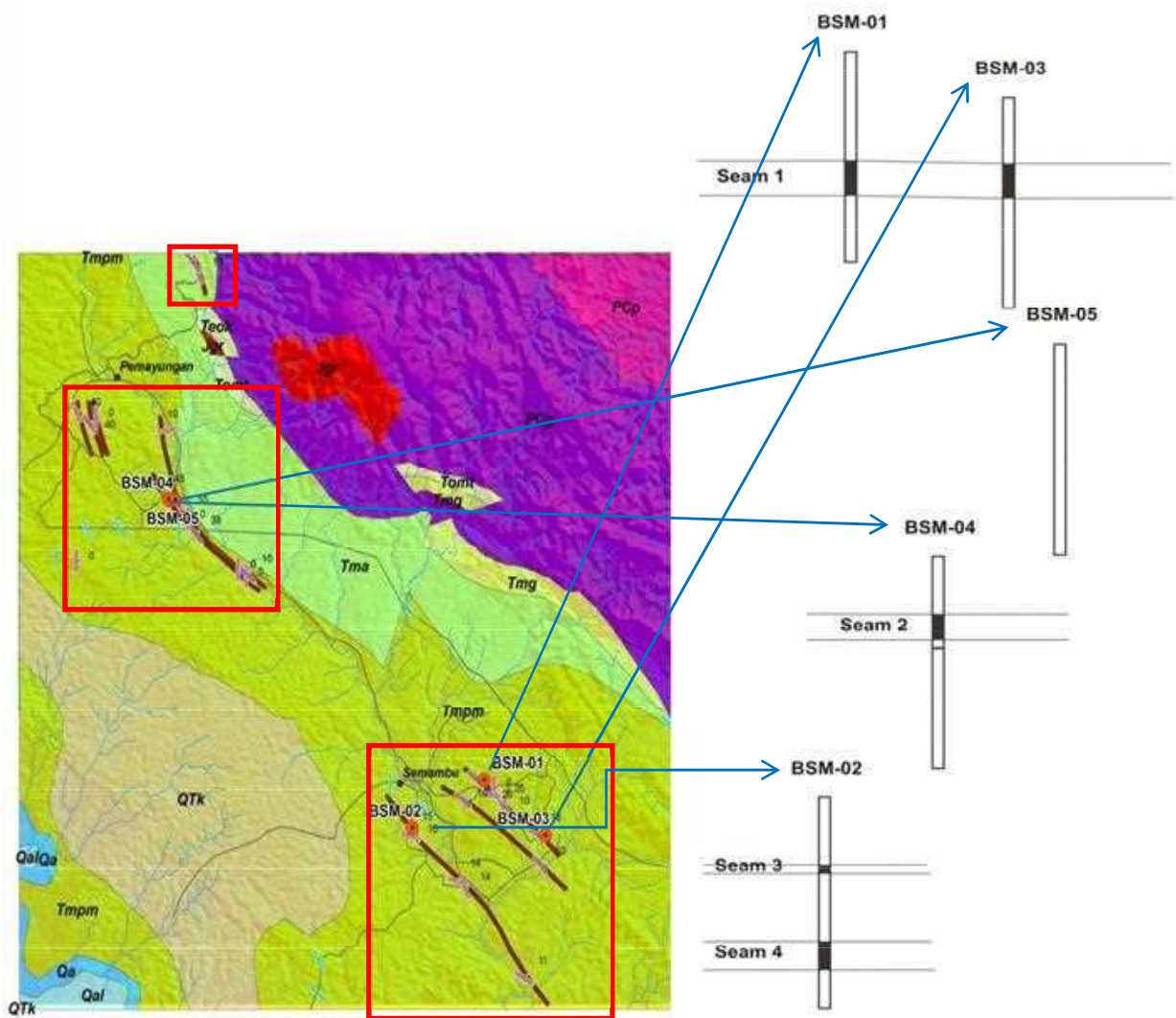
SUMBERDAYA	Berat (Ton)
<b>Tereka</b>	<b>87,388,517</b>
<b>Hipotetik</b>	<b>195,022,816</b>
<b>Total</b>	<b>282,411,333</b>



Gambar 1. Lokasi singkapan SMB1 berupa batubara berwarna hitam kusam di Anak Sungai Delik Desa Semambu.



Gambar 2. Lokasi kegiatan pengeboran BSM01 di Desa Semambu.



Gambar 3. Korelasi lubang bor dan Geologi Daerah Simambo

## PENYELIDIKAN SUMBERDAYA BITUMEN PADAT DAERAH KUTABULUH, PROVINSI SUMATERA UTARA

**Eko Budi Cahyono**

Kelompok Program Penelitian Energi Fosil

### **ABSTRACT**

*Investigation Area, located in the Kutabuluh area, Karo District, North Sumatra Province conducted. in order to find the potential of shale minerals in particular. Implementation activities bitumen investigation was conducted by collecting secondary data search data and information about the area in question, either from local government information, data supporting geological, former investigator and any supporting information. While investigations in the field as a form of primary activity by the coal outcrop search and get information from the government as well as local residents.*

*The general geological investigation area, belong to the North Sumatra Basin, where the basin is generally a tertiary basin potentially containing shale. Butar Formation is shale bearing formation in investigation area.*

*The results of investigations in the field outcrop locations carrier earned as many as 28 pieces scattered locations in the general direction Butar Formation outcrop strike is northeast - southwest, the dip of the outcrop between  $10^{\circ}$  –  $20^{\circ}$ . Outcrop thickness ranged from 0.30 to 3.0 m. Analysis of the laboratory data obtained TOC values amounted 0.17 – 0.29 % in Kutabuluh Area and 0.77 – 2.01 % in Munte Area. But from the retort analysis showed no oil content in the rocks. Could be possible that the oil content in the layers of rock has undergone phase gas / migration and rocks have to be post-mature.*

*Total resource calculation rocks in the investigation obtained by 38,280,431 tons, of the three layers of bitumen from the geological cross-correlation and reconstruction.*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Indonesia pernah tercatat sebagai salah satu anggota negara pengekspor minyak (OPEC). Seiring

dengan menurunnya cadangan, sejak 2009, Indonesia tidak lagi mampu memenuhi kuota produksi yang dibebankan. Karena cekungan-cekungan utama yang menghasilkan minyak bumi telah terkuras, beberapa



upaya untuk tetap dapat mempertahankan cadangan minyak bumi, maka dilakukan beberapa cara, diantaranya dengan mengeksplorasi *play* stratigrafi dan struktur kecil serta meningkatkan rekoveri sumur-sumur lama yang tentunya membutuhkan eksploitasi lebih efisien dengan dukungan teknik rekoveri yang lebih rumit.

Status Indonesia yang pernah menjadi negara pengekspor minyak bumi, sekarang berubah menjadi importir bersih komoditas tersebut. Terlepas dari itu semua, peranan minyak bumi sebagai sumber energi utama, memang tidak selamanya akan terpenuhi, karena minyak bumi merupakan sumber energi tak terbarukan yang akan habis jika digunakan secara terus menerus. Untuk itu, semangat untuk mencari dan mengungkap sumber-sumber energi baru dan terbarukan harus terus dilakukan.

Penyelidikan bitumen padat sebagai salahsatu sumber energi alternatif, merupakan prioritas sekaligus kontribusi Pusat Sumber Daya Geologi, khususnya Kelompok Penelitian Energi Fosil untuk mendukung program diversifikasi energi. Bitumen padat dapat ditemukan dalam beragam lingkungan geografis, kerangka tektonik yang berbeda dan kisaran umur yang panjang. Indonesia yang memiliki

keragaman itu menjadi media yang kaya, tidak hanya untuk sekedar mengungkap potensi bitumen padat, tetapi juga untuk mempelajari khazanah kegeologiannya, karena setiap tipe endapan bitumen padat memiliki karakteristik sesuai tempat diendapkannya.

Berdasarkan informasi penyelidikan terdahulu tentang batuan pengandung bitumen, maka daerah Kutabuluh dan sekitarnya, Provinsi Sumatera Utara dipilih sebagai lokasi penyelidikan pendahuluan mengenai potensi endapan bitumen padat tersebut. Kegiatan tersebut dilakukan dalam rangka pelaksanaan program kegiatan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Tahun Anggaran 2012, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

### **Maksud Dan Tujuan**

Sesuai dengan Tugas Pokok dan Fungsi Pusat Sumber Daya Geologi, maksud kegiatan penyelidikan pendahuluan ini adalah untuk mengungkap potensi dan wilayah keprospekan sumberdaya bitumen padat di daerah Kutabuluh dan sekitarnya.

Tujuannya adalah untuk mengetahui informasi awal berupa data geologi melalui kegiatan pemetaan geologi permukaan yang difokuskan pada formasi pembawa bitumen padat.

Selain itu penyontohan bitumen juga dilakukan untuk kepentingan analisis laboratorium. Berdasarkan kompilasi data geologi dan analisis laboratorium, diharapkan dapat diketahui potensi dan sumber daya bitumen padat di daerah Kutabuluh dan sekitarnya. Kompilasi data yang diperoleh kemudian diolah dan dituangkan dalam sebuah laporan yang diharapkan dapat bermanfaat untuk kepentingan Pusat Sumber Daya Geologi, pemerintah setempat serta pihak-pihak yang terkait.

### **Lokasi Daerah Penyelidikan**

Daerah Kutabuluh termasuk wilayah administrasi Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Dengan Kota Kabanjahe sebagai ibukota. Secara geografis daerah penyelidikan dibatasi oleh koordinat 98°15'00" – 98°30'00" BT dan 03°00'00" – 03°15'00" LU. (Gambar 1). Dari Kota Medan, ibukota Propinsi Sumatera Utara berjarak sekitar 80 km ke arah barat daya, dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan umum darat sekitar antara 3 jam.

### **Keadaan Lingkungan**

Daerah penyelidikan membentuk rangkaian perbukitan dan banyak dimanfaatkan penduduk sekitarnya untuk bercocok tanam. Lapisan tanah yang subur diakibatkan oleh lapisan vulkanik Toba pada masa silam. Sungai terbesar di daerah ini adalah Sungai

Lautulah, yang melintasi Desa Munte sampai Desa Tigabinanga, dengan arah hampir timur – barat. Potensi sumber-sumber mineral dan pertambangan yang ada di Kabupaten Karo diduga cukup potensial namun masih memerlukan survei lapangan.

Kabupaten Karo terletak di dataran tinggi Pegunungan Bukit Barisan dan merupakan Daerah Hulu Sungai. Luas wilayah Kabupaten Karo sekitar 2.127,25 Km<sup>2</sup> atau 212.725 Ha atau 2,97 persen dari luas Propinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara. Wilayah Kabupaten Karo terletak pada ketinggian 120–1.600 Meter di atas permukaan laut.

Mata pencaharian penduduk setempat umumnya bertani dan berdagang, sedangkan yang menjadi pegawai dan industri hanya sebagian kecil saja. Keadaan hutan cukup luas yaitu mencapai 129.749Ha atau 60,99 persen dari luas Kabupaten Karo.

Iklim disekitar daerah penyelidikan tidak jauh berbeda dengan daerah lain di Indonesia, musim hujan biasanya berlangsung antara bulan September hingga Pebruari dan musim kemarau berlangsung antara bulan maret hingga bulan Agustus. Namun cuaca di daerah sekitar penyelidikan relatif dingin, karena berada di daerah pegunungan dan perbukitan. Suhu udara rata-rata di Kabupaten Karo berkisar antara 18,4 °C - 19,3 °C,

dengan kelembaban udara (data Tahun 2006) rata-rata setinggi 88,39 persen, atau berkisar antara 86,3 persen sampai dengan 90,3 persen. Jumlah hujan 172 hari dengan kecepatan rata-rata angin 1,32 M/DT (data Tahun 2006).

Infra struktur di daerah Kutabuluh dan sekitarnya relatif baik, umumnya jalan-jalan yang menghubungkan antara kecamatan sudah beraspal, bahkan jalan-jalan kecil yang menghubungkan antara kampung juga umumnya sudah disemen. Sarana pendidikan juga sudah cukup baik, mulai dari tingkat Sekolah Dasar sampai Sekolah Lanjutan Tingkat Atas. Demikian pula sarana kesehatan juga sudah baik, beberapa desa terdapat Puskesmas bahkan di sekitar wilayah penyelidikan sudah ada Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD).

Di Kutabuluh sudah tidak terlihat hutan pimer, karena umumnya lahan-lahan subur sudah dimanfaatkan menjadi sawah-sawah atau kebun jagung dan palawija, sedangkan lahan-lahan yang tidak subur umumnya masih dibiarkan ditumbuhi alang-alang. Hutan pinus umumnya terdapat di daerah lereng Gunung Sibayak dan Singgalang masyarakat sekitar memanfaatkan hutan tersebut sebagai sumber air bersih.

### Penyelidik Terdahulu

Beberapa penyelidik terdahulu yang berkaitan dengan kegiatan di daerah sekitar pemboran, diantaranya

- 1) N.R. Cameron dkk, dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung pada tahun 1982, yang telah memetakan dan menerbitkan Peta Geologi Lembar Medan, Sumatera, Skala 1:250.000.
- 2) Darman dan Hasan Sidi, pada tahun 2000, telah menerbitkan buku tentang Geology Indonesia dengan judul. *Outline of the Geology of Indonesia*, dan dipublikasikan pada Proceeding Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- 3) Truman Wijaya, pada tahun 2000, telah melakukan Penyelidikan Pendahuluan Endapan Serpih Bitumen di Daerah Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- 4) Syufra Ilyas, pada tahun 2001, telah melaksanakan Survei Pendahuluan Endapan Bitumen Padat di Daerah Tigabinanga, Provinsi Sumatra Utara, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung

### GEOLOGI UMUM

Daerah penyelidikan merupakan bagian dari Peta Geologi Lembar Medan, Sumatera yang dipetakan oleh Cameron, dkk.(1982). Secara fisiografi,

daerah penelitian berada diantara pertemuan atau dibatasi oleh beberapa zona fisiografi, yaitu Jalur Pegunungan Barisan Timur, Dataran Tinggi Berastagi, Plato Kabanjahe dan Depresi Alas Reunum. Secara umum, pola fisiografi daerah penelitian merupakan kelanjutan dari Jalur Pegunungan Barisan Timur kearah tenggara.

Perkembangan tektonik regional Sumatera, termasuk di bagian utara tidak terlepas dari *stress* yang dihasilkan oleh subduksi dan pergerakan menyerong (*oblique*) Lempeng Indo-Australia terhadap Daratan Sunda, yang dibebaskan secara periodik melalui pergerakan sesar mengangan yang sejajar dengan batas lempeng melalui Sistem Sesar Sumatera. Secara regional, daerah penelitian terletak pada busur vulkanik Sumatera dan selama Kenozoikum, sedimen-sedimennya merupakan bagian yang mengisi suatu cekungan busur belakang yang dikenal dengan Cekungan Sumatera Utara.

Stratigrafi batuan pra-Tersier Pulau Sumatera agak sukar untuk diketahui. Hal ini disebabkan sebagian besar kontak antara satuan batuan terbentuk oleh batas-batas sesar. Selain itu tingkat metamorfosa dengan derajat yang berbeda terjadi pada batuan dasar tersebut, sehingga penamaan formasi umumnya dilakukan secara lokal (Barber dan Crow, 2005). Meskipun

demikian beberapa penulis berhasil mempublikasikan sintesis regional geologi Sumatera misalnya oleh Cameron, dkk. (1980) dan Cameron dan Pulunggono (1984). Penulis tersebut mengajukan suatu skema stratigrafi pra-Tersier Sumatera, khususnya bagian utara menjadi Kelompok Tapanuli berumur Karbon-Perm, Kelompok Peusangan berumur Perm-Trias dan Kelompok Woyla berumur Jura-Kapur. Sedimentasi Tersier Sumatera Utara sangat kompleks karena dibentuk oleh beberapa cekungan sedimen pada saat yang berlainan. Keats (1981 dalam Cameron dkk., 1982) membagi tiga supergrup suksesi sedimen Tersier berdasarkan kesamaan kejadian geologi utama yang berlangsung yaitu Tersier I, Tersier II dan Tersier III (Gambar III). Supergrup Tersier I terdiri dari suksesi berumur Eosen-Oligosen Awal diwakili oleh Formasi Batugamping Tampur dari Kelompok Meureudu. Supergrup Tersier II mewakili fasa transgresif berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah. Di Cekungan Sumatera Utara, supergrup ini diwakili oleh Kelompok Jambo Aye, sedangkan di Cekungan Sumatera Barat diwakili oleh Kelompok Gadis. Supergrup Tersier III mewakili fasa regresif berumur Miosen Akhir hingga Pleistosen yang diwakili oleh Kelompok Lhoksukon.

Pada Oligosen Akhir, *rifting* batuan dasar membentuk Cekungan Sumatera Utara yang diikuti dengan transgresi marin yang berlangsung hingga Miosen Akhir. Penurunan cekungan secara progresif terus berlangsung hingga kebagian baratdaya, tempat pengendapan Formasi Butar dan Rampong terakumulasi dalam lingkungan fluviatil hingga paralik.

Deformasi batuan di cekungan Sumatera Utara lebih aktif disekitar Pegunungan Barisan. Tektonisme diapiris merupakan suatu gejala struktur utama di cekungan ini dan merupakan faktor penting yang mengendalikan pola migrasi dan akumulasi hidrokarbon serta antiklin Telaga Said dan Barat. Struktur utamanya bersifat monoklin dan struktur yang berkembang pada strata Tersier cenderung dipengaruhi oleh sesar Sarang Wampu yang merupakan salah satu segmen dari Sistem Sesar Sumatera.

Beberapa graben yang terbentuk berasosiasi dengan Sistem Sesar Sumatera. Depresi Alas Reunum yang membuka sepanjang sesar Kla-Alas dan Reungeut-Toru merupakan kelanjutan dari Graben Kutacane yang memanjang sepanjang 75 km. Tidak ditemukannya endapan Tuf Toba pada graben tersebut membuktikan bahwa bagian tenggara graben belum terbentuk sebelum terjadinya erupsi besar Toba.

## KEGIATAN PENYELIDIKAN

### Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan lapangan dilakukan dengan menggunakan beberapa metoda, yang digunakan terdiri atas pemetaan geologi permukaan khususnya terhadap adanya indikasi singkapan bitumen dan batuan lainnya. Sistematika pekerjaan yang dilakukan selama di lapangan terdiri atas pengumpulan data primer (lapangan) pengumpulan data sekunder (pekerjaan non-lapangan), dengan rincian uraian singkat sebagai berikut :

#### Pengumpulan Data Primer

Metoda yang akan dilakukan dalam penyelidikan ini adalah pemetaan geologi permukaan. Pengamatan dan pengukuran singkapan bitumen padat dan litologi lainnya difokuskan pada formasi pembawa bitumen padat, yaitu Formasi Butar. Pekerjaan yang dilakukan terdiri dari:

- 1) Mencari lokasi singkapan batuan pada formasi pembawa bitumen baik berdasarkan peta geologi, penyelidikan terdahulu maupun berdasarkan informasi dari masyarakat setempat. Keberadaan singkapan umumnya berkembang baik pada aliran sungai, lereng perbukitan dan tebing jalan yang tertoreh.
- 2) Mengukur kedudukan dan tebal lapisan bitumen, berupa posisi

koordinat, jurus, arah dan ketebalan lapisan. Semua data ini diplot dalam peta dasar.

- 3) Mengamati lapisan-lapisan pengapit dan hubungannya dengan bitumen padat.
- 4) Membuat sketsa dan dokumentasi tiap singkapan yang ditemukan, mencatat lokasi keterdapatan, infrastruktur dan kondisi sosial masyarakat di sekitar lokasi keterdapatan endapan bitumen padat.
- 5) Mengambil contoh batuan serpih bitumen dari singkapan untuk keperluan analisis.

#### **Pengumpulan Data Sekunder**

Pekerjaan pengumpulan data sekunder ini merupakan pekerjaan non-lapangan meliputi kegiatan persiapan, analisis laboratorium, sintesis dan pembuatan laporan. Kegiatan persiapan terdiri dari studi literatur dari para penyelidik terdahulu baik mengenai geologi regional daerah penyelidikan maupun teori endapan bitumen padat. Kegiatan persiapan juga meliputi pengurusan administrasi dan perlengkapan lapangan yang diperlukan sebelum keberangkatan atau kegiatan lapangan. .

Pekerjaan laboratorium dilakukan setelah diperoleh contoh representatif dari kegiatan lapangan. Analisis Laboratorium diperlukan

sebagai penunjang utama dalam sintesis karakteristik dan keberadaan endapan bitumen padat di daerah penyelidikan.

Seluruh data geologi dan hasil analisis laboratorium dikompilasi dalam sebuah laporan yang berisi tentang evaluasi potensi dan sumberdaya bitumen padat di daerah penyelidikan.

#### **Pengolahan Data**

Bitumen padat adalah batuan sedimen yang disusun oleh material organik dan mineral dalam berbagai perbandingan komposisi serta mempunyai tekstur berlapis tipis atau berlembar dan berselang seling antara material anorganik dan organik. Batuan umumnya diendapkan pada lingkungan danau dan laut dangkal yang tenang, serta mempunyai persyaratan organik atau ganggang tumbuh. Umumnya pembentukan endapan bitumen padat terjadi pada fase perkembangan cekungan saat pengendapannya.

Singkapan bitumen padat di lapangan terutama ditemukan pada dinding tebing lapisan batuan yang telah terkupas, singkapan berada di sungai dan jalan antara bukit-bukit di lapangan yang sudah terbuka. Agak kesulitan menjumpai singkapan di lapangan, oleh karena secara umum daerah penyelidikan ditutupi oleh tanam tumbuh penduduk berupa perkebunan, dan lapisan soil yang tebal yang berupa

lapisan tufa Toba yang sangat tebal. Penyebaran lapisan batuan pada Formasi Butar di daerah penyelidikan dibagi menjadi 3 blok, yaitu Blok Kutabuluh, Blok Munte dan Blok Juhar. Secara geologi Blok Munte dan Juhar dipisahkan oleh sesar dari Blok Kutabuluh. Dari hasil ketiga blok diatas, Blok Kutabuluh dan Blok Munte merupakan daerah yang mempunyai indikasi adanya lapisan bitumen. Hal ini dapat dicirikan dengan adanya ciri fisik litologi di lapangan berupa perselingan pasir dan lempung. Sedangkan Blok Juhar sangat minim dijumpai ciri fisik litologi tersebut, secara umum litologinya dijumpai pasir kuarsaan dan sedikit lempungan. Hasil sementara menyimpulkan bahwa Blok Juhar ini merupakan Formasi Butar bagian bawah. Sedangkan Blok Kutabuluh dan Munte merupakan Formasi Butar bagian atas, dimana pada formasi ini diindikasikan adanya lapisan yang mengandung bitumen.

Dari kegiatan penyelidikan dilapangan didapatkan singkapan batuan sebanyak 28 lokasi singkapan yang dikelompokkan menjadi tiga blok (Tabel 1). Adapun singkapan yang mempunyai ciri bitumen sejumlah 8 lokasi. Conto dimasukkan ke laboratorium, untuk : analisis retorting, pirolisis (TOC), rock-analyser dan Petrografi.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Geologi Daerah Penyelidikan

Satuan morfologi daerah penyelidikan hampir seluruhnya merupakan perbukitan terjal-bergelombang dan sebagian kecil morfologi dataran/aluvial. Bentuk morfologi perbukitan terjal tersebar tersebut hampir menempati sekitar 85 % dari seluruh luas daerah penyelidikan, dan batuan dibawah satuan morfologi ini umumnya terdiri dari susunan sedimen dan beberapa batuan batugamping pratersier 15 % merupakan dataran aluvial disepanjang Sungai Lautualah, di tengah dari daerah penyelidikan.

Aliran sungai umumnya mempunyai pola dendritik. Sungai terbesar adalah Sungai Lautualah, yang merupakan sungai utama dan merupakan muara sungai bagi anak sungai-sungai kecil di sekitar morfologi perbukitan. Lebar Sungai Latualah ini rata-rata hingga mencapai 100 meter. Lereng-lereng disekitar daerah penyelidikan mempunyai kemiringan rata-rata 30<sup>0</sup>. Lereng yang landai terletak pada bagian tengah dan sekitar jalan transportasi darat yang menghubungkan antara desa dan kecamatan di wilayah penyelidikan.

Satuan batuan di daerah penyelidikan ditempati oleh dua kelompok satuan batuan yang terdiri atas Kelompok batuan Pre-Tersier dan

Tersier. Kelompok batuan Pre-Tersier terdiri Formasi Kluet, Formasi Bohorok, Formasi Anggota Batu Gamping, sedangkan kelompok Tersier terdiri dari Formasi Butar dan satuan batuan Vulkanik Tufa Toba (Gambar 2). Hubungan antara kelompok batuan tersebut adalah tidak selaras, dipisahkan oleh beberapa struktur dan sedimentasi saat pembentukan batuan, dan intrusi jaman dulu, yang menyebabkan satuan Tufa Toba tersebar sangat luas, dan hampir 70% menempati wilayah daerah penyelidikan.

Formasi Butar sebagai formasi pembawa bitumen padat menempati sebesar 10% dari wilayah seluruhnya. Pola penyebarannya berada disekitar Daerah Munte, yaitu Desa Sarinembah (bagian barat dari daerah penyelidikan), Daerah Juhar (bagian barat daya daerah penyelidikan) dan Daerah Kutabuluh (sebagian kecil di barat laut daerah penyelidikan). Secara litologi umum terdiri atas batuan pasir dan lempung serta serpih, dimana ketiga litologi ini saling berlapis-lapis dan membentuk suatu sekuen berdasarkan lokasi sedimentasi di daerahnya masing-masing.

### **Potensi Endapan Bitumen**

Endapan bitumen padat di daerah Kutabuluh dan sekitarnya terdapat dalam Formasi Butar. Dari hasil kajian

pustaka, Formasi Butar ini terdapat dalam dua bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Namun keterdapatannya lapisan bitumen padat yang mempunyai indikasi adanya bitumen, terdapat pada bagian atas Formasi Butar. Saat ini metoda yang digunakan untuk mengetahui bitumen padat di lapangan yaitu dengan cara mencari secara fisik litologi yang mempunyai ciri-ciri batuan seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya. Dan mengenai keterdapatannya bitumen itu sendiri di lapangan adalah dengan cara cara dibakar. Bila menghasilkan aroma khas aspal, maka batuan tersebut mempunyai indikasi adanya bitumen padat. Sedangkan tinggi rendahnya intensitas aroma tersebut belum dapat dipakai untuk memperkirakan kandungan minyaknya.

Interpretasi penyebaran lapisan dipermukaan berdasarkan ciri fisik litologi dari bitumen padat umumnya berwarna coklat muda dan dan setempat terdapat lapisan tipis serpih karbonan. Sebaran bitumen di daerah penyelidikan di bagi menjadi 3 blok sebagai berikut.

#### Blok Kutabuluh

Penyebaran lapisan bitumen ini berada di sekitar Desa Kutabuluh dan Laubuluh. Blok ini terdapat di bagian utara/barat laut dari daerah



penyelidikan, dibatasi oleh struktur sesar dibagian bawahnya. Blok ini mempunyai morfologi bukit dengan lembah yang sempit dan berada antara 124 dan 1100m di atas muka laut.

Penyebaran bitumen padat pada Blok Kutabuluh berdekatan secara tidak selaras dengan batuan pra-teriser di atasnya. Secara umum kemiringan sinkapan adalah  $20^{\circ}$ . Terdapat dua lapisan bitumen dengan arah kemiringan relatif tenggara. Lapisan A terdiri dari perselingan batupasir dan lempung, berwarna coklat muda – kehitaman, tebal perlapisan berkisar antara 1,2 m. Lapisan A ini memanjang sekitar 3,5 km. Lapisan B perselingan bitumen padat dan batupasir lanauan, berwarna coklat muda – abuabu dominan lempung, mengandung lapisan tipis karbonan dengan tebal 2,5 m, dan tersebar memanjang sejauh 2,5 km.

#### Blok Munte

Penyebaran lapisan bitumen ini berada di sekitar Desa Sarinembah, Kecamatan Munte. Blok ini terdapat di bagian tengah dari daerah penyelidikan, dan ada beberapa struktur sesar minor di sekitarnya. Blok ini mempunyai morfologi bukit dengan daerah pedataran disekitar jalan dan sungai-sungai disekitarnya.

Penyebaran bitumen padat pada Blok Munte dikelilingi lapisan Toba

disekitarnya yang cukup tebal. Secara umum kemiringan sinkapan relatif datar, sekitar  $10^{\circ}$ . Terdapat tiga lapisan bitumen dengan arah kemiringan relatif baratlaut. Lapisan A terdiri dari perselingan batupasir-lanauan, berwarna coklat muda – kehitaman, tebal perlapisan berkisar antara 2 m. Lapisan A ini memanjang sekitar 6 km. Lapisan B terdiri atas perselingan bitumen padat dan batupasir lanauan, berwarna coklat muda – abuabu dominan lempung, dijumpai sungai dan lereng bukit, mengandung lapisan tipis karbonan dengan tebal 1,4 m, dan tersebar memanjang sejauh 5,5 km. Dan Lapisan C terdiri atas perselingan tipis bitumen dan batupasir, berwarna coklat muda – kekuningan, dijumpai di lereng bukit, sedikit mengandung lapisan tipis karbonan dengan tebal 1,0 m, dan tersebar memanjang sejauh 5,2 km.

#### Blok Juhar

Penyebaran lapisan batuan ini berada di sekitar Desa Kutagung, Batumamak dan Juharperina, Kecamatan Juhar. Blok ini terdapat di bagian selatan dari daerah penyelidikan. Di daerah blok ini ciri litologi bitumen maupun serpih sulit ditemukan, secara umum litologinya berupa batupasir dengan kandungan kuarsa yang cukup dominan. Batuan atau sinkapan juga kompak/massif dengan setempat

terdapat lempungan. Secara umum kemiringan singkapan relatif datar sekitar  $7-8^\circ$ . Terdapat tiga lapisan dengan arah kemiringan relatif barat laut. Ketiga lapisan batuan ini hampir sama berupa batupasir-lanauan, berwarna putih – kekuningan, setempat kecoklatan karena oksida permukaan, kompak dan berat serta keras. Banyak ditemukan di jalan, tebing dan sebagian pada dasar-dasar sungai sekitar daerah Juhar, dengan ketebalan rata-rata sekitar 1,5 – 2,5 m.

#### Analisis Laboratorium

Ada beberapa analisa laboratorium yang dilakukan, diantaranya adalah analisa TOC (*Total Organic Content*) pada (Tabel 2). Di sini dari hasil analisa menunjukkan bahwa sampel KB-01 dan KB-02 berada pada Blok Kutabuluh, dimana kisaran angka adalah 0,17 – 0,29 %. Untuk katagori ini menurut Waples, 1985 dan Peters, 1986 kandungan hidrokarbon di daerah blok ini sangat kurang, dan dapat disimpulkan bahwa pada Blok Kutabuluh kandungan hidrokarbon terbatas dan sangat kecil terbentuk hidrokarbon. Namun pada sampel dengan kode MT (Blok Munte) nampak adanya nilai TOC yang bervariasi, berkisar antara 0,77 – 2,01 %. Dari kisaran nilai TOC ini lapisan pada Blok Munte ini dapat dikatakan memungkinkan adanya hidrokarbon

yang terdapat pada lapisan pada blok ini, apakah berupa fase cair atau gas. Hasil analisa *retort* pada (Tabel 3), dihasilkan sampel batuan tidak mengandung minyak, sehingga dari seluruh sampel yang ada di daerah penyelidikan hanya didapatkan kandungan air dengan kisaran 42 – 102 liter/ton. Semua sampel mempunyai kandungan air lebih dominan daripada kandungan minyak. Salah satu penyebab ketidak hadirannya minyak dalam batuan ini dapat dimungkinkan kandungan minyak dalam fase cair sudah bermigrasi dari batuan induknya.

Kemudian dari hasil laboratorium analisa *Rock Analyzer* pada (Tabel 4), didapatkan kisaran hasil S1 0,09 – 0,18 mg/g, S2 berkisar 0,24 – 0,89 dan S3 berkisar 0,34 – 1,11. Dan T max berkisar antara 335 – 459,8 °C. Dari hasil *Rock Analyser* didapatkan juga hasil kandungan TOC berkisar antara 0,22 – 0,90 %, hasil ini berbeda dengan analisa TOC pada tabel 2 sebelumnya, yang dilakukan secara manual. Dengan hasil TOC pada pirolisis ini, menurut Peters, 1986 daerah penyelidikan sedikit/cukup ditemukan akan hadirnya hidrokarbon, namun jika di overlay dengan kandungan minyak/*retort*, maka hidrokarbon cair berupa minyak tidak ditemukan. Dapat diasumsikan bahwa hadirnya hidrokarbon dalam fasa cair sudah berubah atau bahkan telah bermigrasi. Nilai analisa S1 (jumlah

hidrokarbon dalam batuan  $<1$ ), mengindikasikan kandungan hidrogen bebas yang terbentuk (insitu) jarang ditemukan atau telah bermigrasi. Begitupun indikasi dari hasil analisa S2 (jumlah hidrokarbon yang dihasilkan melalui proses pemecahan kerogen yang dihasilkan selama proses pematangan alamiah) juga kurang dari 2,5 mg/g. Bila kita lihat hasil dari perbandingan HI (S2/S3) (*Hidrokarbon Generate/Hidrogen Index*) nilainya berkisar antara 0,27 – 1,74. Dimana menurut hasil analisa dari Peters, 1986, jika nilai S2/S3 antara 0–3 : gas ; 3–5 : Gas dan Minyak dan  $>5$  : Minyak. Selanjutnya hasil perhitungan HI dan deskripsi analisa dapat dilihat pada (Tabel 5).

Bila kita lihat hasil analisa Tmax, didapatkan kisaran antara 335,0 – 471,3 °C ; (Peters, 1986) menunjukkan bahwa kondisi kematangan bitumen/batuan, di daerah penyelidikan berada pada tingkat : **late mature – postmature**. Hal ini juga di dukung dari analisa petrografi pada lampiran analisa petrografi, bahwa secara umum kehadiran hidrokarbon sangat jarang, dengan minusnya nilai reflektan dan jarangnyanya kenampakan hidrokarbon pada pengamatan fluoresen maseral.

### Sumberdaya Bitumen

Hasil korelasi lapisan batuan dari singkapan di lapangan didapatkan 3

lapisan pada Blok Munte dan 2 lapisan pada Blok Kutabuluh. Selanjutnya, hasil penghitungan sumberdaya bitumen (Tabel 6), didapatkan total sumberdaya bitumen sebesar **38.280.431 ton**, dengan batasan sumberdaya hingga kedalaman 100 meter. Dan panjang lapisan lateral searah strike dibatasi sejauh 2000 meter dan pada batas lapisan lainnya.

### Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Bitumen

Dari kajian pustaka penelitian terdahulu di daerah Tigabinanga indikasi batuan belum dapat dikatakan sebagai endapan bitumen padat karena kandungan minyak sangat rendah dan nilai reflektan vitrinit umumnya lebih besar, sehingga kandungan hidrokarbon kemungkinan besar telah mengalami migrasi, dan dari hasil pengamatan petrografi menunjukkan bahwa batuan yang diduga sebagai pengandung bitumen padat miskin akan material organik material organik yang terdapat terdiri dari vitrinit dan inertinit, sedangkan liptinit absen. Pengukuran nilai reflektan vitrinit berkisar antara 0,79 – 1,36 yang berarti fase “*Oil Window*” telah dilalui dimana maseral pembentuk minyak sudah berubah wujud dari fase padat ke cair dan selanjutnya mengalami migrasi. Hal ini terbukti dari analisa bakar dimana kandungan minyak dalam batuan hampir tidak ada atau nil. (Ilyas,

S. 2001). Namun menurut Wijaya, Truman, 2000, Formasi Butar daerah sekitar penyelidikan mempunyai indikasi bitumen padat.

Dari hasil sebaran singkapan di lapangan batuan yang diindikasikan adanya bitumen padat secara megaskopis berada pada lapisan selang-seling batulanau pasiran (serpih?), abuabu-kecoklatan, berbutir halus-sedang, pemilahan baik, sortir baik-sedang, kemas tertutup, tersebar beberapa mineral ikutan seperti pirit dan karbonan. Setempat adanya interkalasi pasir dan lempung. Berdasarkan pengamatan megaskopis di lapangan menunjukkan adanya unsur organik dan material pembentuk bitumen padat. Hasil analisa TOC menunjukkan bahwa daerah penyelidikan masih ada beberapa sampel yang mempunyai kandungan hidrokarbon, hal ini ditunjukkan dengan adanya kandungan/nilai TOC berkisar antara 1-2% (bagus) (Waples 1985 dan Peters 1986), namun keberadaan minyak dari hasil analisa kandungan retort, tidak didapatkan. Hal ini dimungkinkan bahwa kandungan minyak dalam batuan sudah mengalami fase gas dan sudah bermigrasi dari batuan asal. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa lapisan batuan di daerah penyelidikan dalam kondisi *post-mature*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan penyelidikan bitumen padatan di Daerah Kutabuluh dan sekitarnya merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui akan adanya prospek potensi keberadaan bitumen pada wilayah sekitar penyelidikan. Penyelidikan bitumen ini dapat menambah informasi terhadap potensi daerah setempat sebagai pengembangan wilayah dan potensi wilayah secara umum.

Dari semua uraian yang telah di sebutkan pada bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan hasil penyelidikan sebagai berikut :

- 1) Daerah penyelidikan terletak pada Cekungan Sumatera Utara, dimana kedua cekungan ini merupakan cekungan Tersier yang berpotensi mengandung endapan bitumen padat.
- 2) Endapan bitumen padat terdapat pada Formasi Butar berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal
- 3) Daerah penyelidikan dibagi menjadi tiga blok, yaitu Blok Kutabuluh, Blok Munte dan Blok Juhar, dimana daerah blok yang mempunyai indikasi lapisan batuan bitumen terdapat pada pada 2 blok saja, yaitu blok Kutabuluh dan blok Munte. Ketebalan lapisan batuan bervariasi antara 1,5 – 3,0 m. Batuan yang tersebar

memperlihatkan ciri fisik : perselingan batulanau pasiran dan serpih-karbonan, berwarna coklat kekuningan, keras. Secara stratigrafi tersebar di Formasi Butar bagian atas.

- 4) Dari hasil analisa TOC, didapatkan nilai kandungan hidrokarbon berkisar antara 0,17 - 0,29% (Daerah Kutabuluh), dan 0,77 - 2,01% (Daerah Munte). Berdasarkan katagori analisa dari Waples 1985 dan Peters 1886 batuan masih mempunyai prosek mengandung hidrokarbon.
- 5) Dari hasil analisa *Retort*, lapisan batuan tidak mengandung adanya kandungan minyak, dapat dimungkinkan lapisan batuan sudah mengalami migrasi dan sudah post-mature.
- 6) Hasil perhitungan sumberdaya didapatkan potensi batuan yang mengandung bitumern sebesar 38.280.431 ton.
- 7) Diharapkan dari data awal ini, dapat dilakukan studi lanjut mengenai potensi bitumen, khususnya daerah Blok Munte dan Blok Kutabuluh, terutama pengembangan berupa analisis laboratorium lainnya khususnya hidrokarbon.

Kemudian saran yang dapat dikemukakan pada hasil penyelidikan adalah sebagai berikut :

- 1) Mengingat kondisi geografis daerah penyelidikan yang sudah banyak dijadikan lahan perkebunan rakyat dan tertutup oleh lapisan kuarter toba yang sangat luas, maka data dan informasi akan keberadaan singkapan bitumen yang mempunyai ciri khas hidrokarbon sulit dikenali. Sehingga perlunya kajian yang lebih detil dan komplek lagi khususnya dikonsentrasikan pada kedua blok yang prospek, baik berupa pemboran bersistem yang dangkal. Dan untuk mencari seberapa jauh penyebaran lapisan secara lateral dan arah kedalaman, agar korelasi lapisan dapat dibuktikan lebih lanjut, apakah kemenerusan lapisan bitumrn pada blok Munte ini selaras dengan lapisan pada blok Kutabuluh yang berada di sebelah utara.
- 2) Perlu adanya informasi data dukung akan keberadaan batuan bitumen lainnya, baik informasi data dari pihak PEMDA terkait dan perusahaan swasta di sekitar daerah penyelidikan, serta dukungan informasi masyarakat lokal setempat.

## DAFTAR PUSTAKA

**Barber, A. J., Crow, M. J., Milsom, J. S., 2005.** Sumatera: Geology, Resources and Tectonic

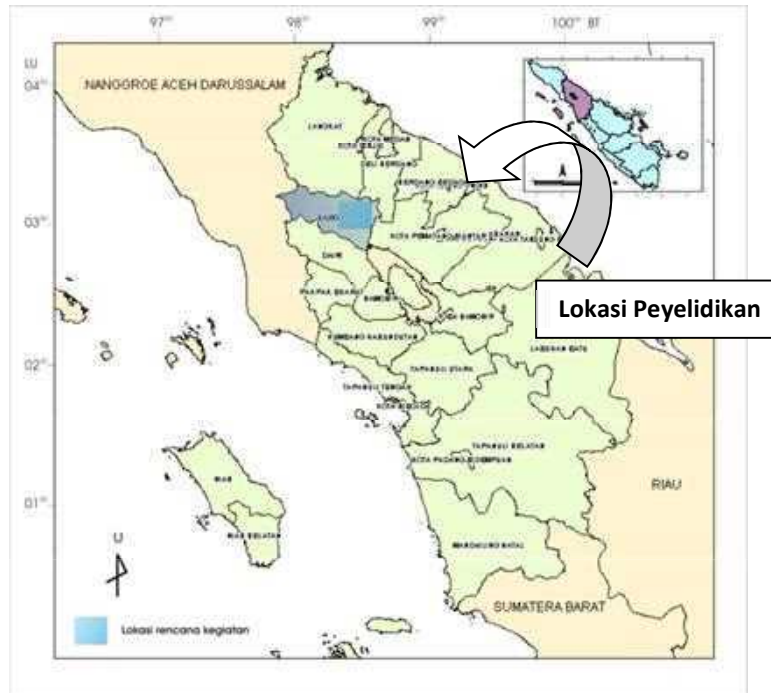
Evolution, Geological Society  
Memoir, No. 31, London.

**Cameron, N.R., dkk., 1982.** Peta  
Geologi Lembar Medan,  
Sumatera, Skala 1:250.000, Pusat  
Penelitian dan Pengembangan  
Geologi, Bandung.

**Darman, H. dan Sidi, F. H., 2000.** An  
Outline of the Geology of  
Indonesia, Proceeding Ikatan Ahli  
Geologi Indonesia.

**Wijaya, T., 2000.** Penyelidikan  
Pendahuluan Endapan Serpih  
Bitumen di Daerah Kutabuluh –  
Munte, Kabupaten Karo, Provinsi  
Sumatra Utara, Pusat Sumber  
Daya Geologi, Bandung.

**Ilyas, S., 2001.** Survei Pendahuluan  
Endapan Bitumen Padat di  
Daerah Tigabinanga, Provinsi  
Sumatra Utara, Pusat Sumber  
Daya Geologi, Bandung



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penyelidikan

UMUR	SIMBOL	FORMASI	LITOLOGI
Holosen	Qvsn	Pusat Sinabung	Lava Andesit sampai Dasit
Plistosen	Qvt	Tufa Toba	Tufa Ridoasit
Pliosen	QTVk	Satuan Takur-Takur	Andesit, Desit dan Proklastika
Oligosen Awal	Tibu	Butar	Batupasir dan serpih bertapis selang seling serpih minyak bt.lempung
Paleozoikum	MPIkt	Granit Keteran	Granit
	Ppbl	Bt.gamping, Bt.Milmil	Batugamping & rijang

Gambar 2. Stratigrafi Daerah Penyelidikan

Tabel 1. Singkapan Bitumen dan Batuan Di Daerah Penyelidikan

No.	Kode	Koordinat Geografis		Strike/ Dip	Tebal (m)	Batuan	Lokasi
		LU	BT				
<b>BLOK KUTABULUH</b>							
1	KB-01	3.173	98.267	70 / 20	1,2	Blp ssl Bps-Lanau, Serpih, karbonan	Jl. Ds. Laubuluh
2	KB-02	3.182	98.250	72 / 22	0,7	Bps kontak Bps Metasedimen-Bgp	Jl. Ds. Laubuluh
3	KB-03	3.181	98.262	72 / 24	2,5	Blp ssl Bps-Lanau, Serpih, karbonan	Jl. Ds. Laubuluh
4	KB-04	3.154	98.270	78 / ..	1,2	Bps frag kuarsa, ,masif	Ds Laubuluh
5	KB-05	3.146	98.269	76 / ..	1,2	Bps frag kuarsa, ,masif	Ds Laubuluh
6	KB-06	3.180	98.252	74 / 22	0,6	Bps-Blanau, setempat kuarsa	Ds Laubuluh
7	KB-07	3.179	98.256	72 / 21	0,7	Bps, kuning-putih, kuarsa	Jl. Ds. Laubuluh
8	KB-08	3.168	98.289	80 / ..	1,6	Bps, putih, fragmen kuarsa, masif, gampingan	Ds. Jinambun
9	KB-09	3.167	98.289	82 / ..	1,4	Bgp. Putih kompak, masif, metasedimen	Ds. Jinambun
<b>BLOK MUNTE</b>							
1	MT-01	3.103	98.316	240 / 7	3,0	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	Jl. Kabanjahe - Munte
2	MT-02	3.096	98.323	242 / 10	1,0	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	Jl. Kabanjahe - Munte
3	MT-03	3.095	98.303	240 / 8	2,0	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	S. Lautualah
4	MT-04	3.112	98.299	250 / ..	1,8	Bps, abu putih, fragmen kuarsa	Ds. Sarinembah
5	MT-05A	3.085	98.343	240 / 10	0,7	Bps, abu putih, fragmen kuarsa	Ds. Sarinembah – Munte
6	MT-05B	3.080	98.346	272 / 12	0,4	Bps, abu putih, fragmen kuarsa	Ds. Sarinembah - Munte
7	MT-06	3.101	98.271	240 / 10	1,6	Bps, masif, frg kuarsa	Ds. Bungabaru
8	MT-07	3.102	98.272	232 / 12	1,8	Bps, masif, frg kuarsa	Ds. Bungabaru
9	MT-08	3.110	98.303	272 / 10	2,0	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	Jl Ds. Sarinembah , kuburan Jepang
10	MT-09	3.103	98.313	271 / 8	1,4	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	Hutan pinus Sarinembah
11	MT-10	3.087	98.279	270 / 10	1,2	Blp ssl Bps, abu-abu, laminasi karbonan, menyerpih	Hutan pinus Sarinembah
12	MT-11	3.086	98.273	270 / 1,4	1,4	Bps-lanau, agak kompak	Ds. Sarinembah
<b>BLOK JUHAR</b>							
1	JU-01	3.043	98.262	252 / 10	0,8	Bps, tufaan, kompak, setempat fragmen kuarsa, putih kekuningan	Jl Ds. Juhar
2	JU-02	3.035	98.266	243 / 9	0,3	Bps, tufaan, kompak, setempat fragmen kuarsa, putih kekuningan	Jl Ds. Juhar
3	JU-03	3.031	98.269	238 / 12	2,0	Bps, kuarsa, ssp lempung, putih-kekuningan dan agak kecoklatan	Ds. Juhar
4	JU-04	3.024	98.278	248 / 12	1,7	Bps, kuarsa, kompak, setempat kuarsa	Ds. Juhar Perinta
5	JU-05	3.027	98.312	255 / 10	2,3	Bps, kuarsa, kompak, setempat kuarsa	Ds. Batumamak
6	JU-06	3.04	98.306	252 / 10	2,0	Bps, kuarsa, kompak, setempat kuarsa	Sungai Ds. Kutagung
7	JU-07	3.043	98.304	264 / 8	1,8	Bps, kuarsa, kompak, setempat kuarsa	Ds. Kutagaluh- Juhar



Tabel 2. Tabel Analisis TOC (*Total Organic Content*) di Daerah Penyelidikan

No	KODE CONTO	TOC (%)
1	KB-01	0,29
2	KB-02	0,17
3	MT-01	0,82
4	MT-02	1,22
5	MT-03	0,87
6	MT-08A	2,01
7	MT-08B	0,90
8	MT-09	0,77

Tabel 3. Tabel Analisis Kandungan Minyak (*Retorting*) di Daerah Penyelidikan

No	KODE CONTO	KANDUNGAN (l/ton)		BERAT JENIS
		Air	Minyak	
1	MT-01	75	-	2,16
2	MT-02	70	-	2,28
3	MT-03	90	-	2,12
4	MT-08A	42	-	2,12
5	MT-08B	70	-	2,57
6	MT-09	100	-	2,14
7	KB-01	102	-	2,00
8	KB-02	80	-	2,28

Tabel 4. Tabel Hasil *Rock Analyser* di Daerah Penyelidikan

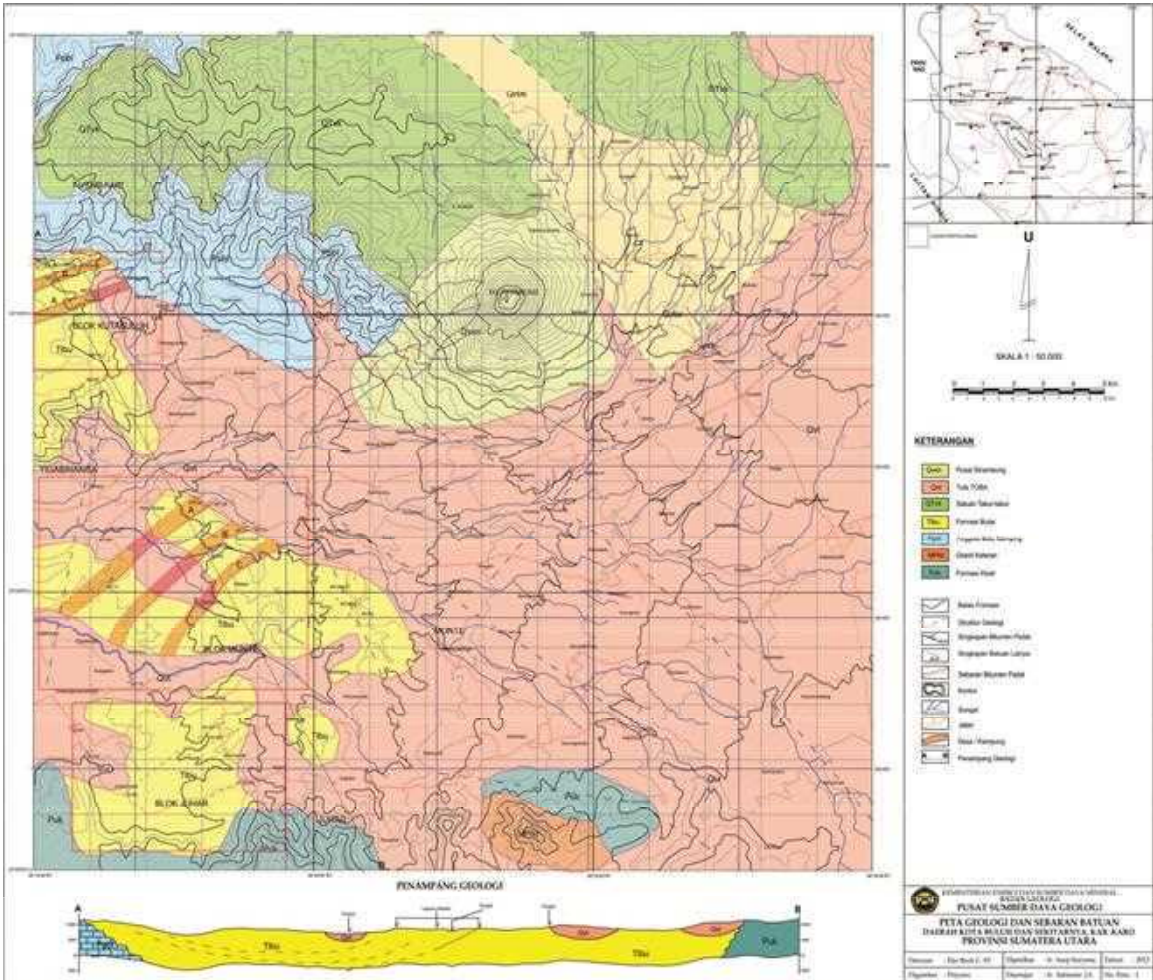
No	Kode Conto	S1 (mg/g)	S2 (mg/g)	S3 (mg/g)	TOC (%)	T max (°C)
1	MT-01	0,18	0,6	0,73	0,90	459,8
2	MT-02	0,14	0,89	0,76	0,72	451,6
3	MT-03	0,09	0,38	0,68	0,66	453,4
4	MT-08A	0,11	0,50	0,68	0,82	454,0
5	MT-08B	0,09	0,32	0,34	0,45	449,4
6	MT-09	0,09	0,35	0,61	0,55	456,9
7	KB-01	0,09	0,30	1,11	0,48	471,3
8	KB-02	0,09	0,24	0,52	0,22	335,0

Tabel 5. Tabel Analisa Parameter Deskripsi Geokimia Tipe Hidrokarbon

No	Kode Conto	S2 (mg/g)	S3 (mg/g)	S3/S3 (mg/g)	Deskripsi
1	MT-01	0,6	0,73	0,82	Gas
2	MT-02	0,89	0,76	1,17	Gas
3	MT-03	0,38	0,68	0,56	Gas
4	MT-08A	0,50	0,68	0,74	Gas
5	MT-08B	0,32	0,34	0,94	Gas
6	MT-09	0,35	0,61	1,74	Gas
7	KB-01	0,30	1,11	0,27	Gas
8	KB-02	0,24	0,52	0,46	Gas

Tabel 6. Sumberdaya Batuan Di Daerah Penyelidikan

BLOK	LAPISAN	TEBAL (meter)	PENYEBARAN (meter)	KEMIRINGAN	LEBAR (meter)	BERAT JENIS (Ton/m <sup>3</sup> )	SUMBERDAYA (Ton)
Kutabuluh	A	1.2	3500	20°	292,38	2,28	2.799.831
	B	2.5	2500	20°	292,38	2,00	2.923.800
Munte	A	2	6000	10°	575,88	2,35	16.239.816
	B	1.4	5500	10°	575,88	2,14	9.489.351
	C	1.0	5200	10°	575,88	2,28	6.827.633
Juhar		1.5 -2.5	-----	7° - 8°			
<b>TOTAL SUMBERDAYA BATUAN</b>							<b>38.280.431</b>



Gambar 4. Peta Geologi Sebaran Bitumen dan Batuan di Daerah Penyelidikan

## PENYELIDIKAN PENDAHULUAN BATUBARA DAERAH SARMI, KABUPATEN SARMI, PROVINSI PAPUA

Truman Wijaya

Kelompok Program Peneliti Energi Fosil

### SARI

Untuk membantu pemerintah daerah dalam penyediaan data mengenai sumberdaya batubara maka Pusat Sumberdaya Geologi melakukan Inventarisasi batubara di daerah Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. dengan biaya DIPA 2012.

Inventarisasi batubara dimaksudkan untuk mendapatkan data batubara meliputi jurus dan kemiringan lapisan, ketebalan, pelamparan, sumberdaya dan kualitas. Tujuannya untuk mengetahui potensi batubara dan digunakan untuk menambah bank data neraca batubara pada data base Pusat Sumberdaya Geologi

Secara geografis daerahnya dibatasi oleh koordinat  $138^{\circ}30'00''$  –  $138^{\circ}45'00''$  BT dan  $01^{\circ}55'00''$  –  $02^{\circ}10'00''$  LS. Seluas  $27,5\text{Km} \times 27,5\text{Km}$  . Adapun alasan pemilihan daerah inventarisasi adalah adanya sebaran Formasi Pembawa Batubara yang cukup luas yaitu Formasi Unk dan adanya informasi keterdapatn endapan batubara dimana kuantitas dan kualitas yang belum diketahui.

Secara administratif daerah inventarisasi termasuk dalam Wilayah Distrik Sarmi Selatan, Distrik Sarmi Timur dan Distrik Apawer Hulu, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Daerah tersebut dapat dicapai dari Jayapura kearah Barat-Laut kurang lebih 310 Km melalui jalan darat

Dari hasil kegiatan lapangan yang berupa pemetaan geologi di daerah inventarisasi didapat hasil sebagai berikut : Formasi pembawa batubara di daerah inventarisasi adalah Formasi Unk yang berumur Kuarter dengan lingkungan pengendapan peralihan. Potensi Sumberdaya batubara di daerah ini adalah : **112.320 (Ton)**. di daerah inventarisasi dengan nilai kalori rata-rata diatas 5.045 kal/gram umumnya termasuk dalam jenis batubara **kalori rendah**.

### 1. PENDAHULUAN

energi mencapai puncaknya ketika revolusi industri berlangsung di Inggris.

#### 1.1. Latar Belakang

Batubara merupakan salahsatu sumber energi tertua yang digunakan manusia. Batubara sebagai primadona

Seiring dengan penemuan minyak bumi, peran batubara sebagai sumber energi utama mulai perlahan tergantikan. Namun gejolak politik yang sering

berlangsung di negara-negara penghasil minyak bumi, seringkali mengganggu stabilitas harga dan pasokan minyak bumi. Selain faktor diatas, sifat batubara yang rigid mengurangi mobilitas pendistribusian dibanding migas yang bersifat fluida. Oleh karena itu, pemanfaatan batubara selama ini hanya terbatas untuk kepentingan industri dan pembangkit listrik.

Hingga saat ini, Indonesia merupakan salahsatu produsen dan eksportir utama batubara dunia. Seiring dengan peningkatan kembali kebutuhan batubara, kegiatan eksplorasi batubara terutama di daerah marginal masih diperlukan. Batubara Indonesia umumnya dihasilkan dari cekungan-cekungan berumur Tersier yang potensinya pada cekungan-cekungan utama telah diketahui. Beberapa endapan batubara marginal di daerah atau cekungan yang selama ini dianggap bukan merupakan produsen utama batubara belum begitu diketahui, sehingga penyelidikan di daerah tersebut perlu dilakukan.

Papua sangat kaya akan sumberdaya alam, termasuk sumber daya energi seperti batubara. Berdasarkan informasi penyelidikan terdahulu tentang adanya endapan batubara pada Formasi Unk, daerah Sarmi dan sekitarnya, Provinsi Papua dipilih sebagai lokasi penyelidikan pendahuluan endapan batubara.

Kegiatan tersebut dilakukan dalam rangka pelaksanaan program kegiatan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Tahun Anggaran 2012, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

## 1.2. Maksud dan Tujuan

Sesuai dengan Tugas Pokok dan Fungsi Pusat Sumber Daya Geologi, maksud kegiatan penyelidikan pendahuluan ini adalah untuk mengungkap potensi dan wilayah keprospekan sumberdaya batubara di daerah Sarmi dan sekitarnya, Provinsi Papua.

Tujuannya adalah untuk mengetahui informasi awal berupa data geologi melalui kegiatan pemetaan geologi permukaan yang difokuskan pada formasi pembawa batubara. Selain itu penyontohan batubara juga dilakukan untuk kepentingan analisis laboratorium. Kompilasi data yang diperoleh kemudian diolah dan dituangkan dalam sebuah laporan tentang potensi dan sumber daya batubara di daerah Sarmi dan sekitarnya yang diharapkan dapat bermanfaat untuk kepentingan Pusat Sumber Daya Geologi, pemerintah setempat serta pihak-pihak yang terkait.

## 1.2. Lokasi Kegiatan dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah inventarisasi termasuk dalam Wilayah

Distrik Sarmi Selatan, Distrik Sarmi Timur dan Distrik Apawer Hulu, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Daerah tersebut dapat dicapai dari Jayapura kearah Barat-Laut kurang lebih 310 Km melalui jalan darat.

Secara geografis daerahnya dibatasi oleh koordinat 138°30'00" – 138°45'00" BT dan 01°55'00" – 02°10'00" LS. Seluas 27,5Km x 27,5Km (Gambar 1).

Kesempaian menuju lokasi penyelidikan, dari Jakarta memakai pesawat terbang menuju Jayapura kurang lebih 10 jam tanpa transit, dari Jayapura dapat langsung memakai pesawat kecil menuju Sarmi atau memakai jalan darat dengan kendaraan umum berupa taksi atau bus Damri kurang lebih 12 jam. Dari Sarmi menuju lokasi penyelidikan dapat menggunakan jalan darat atau sungai.

#### 1.4. Keadaan Lingkungan

Berdasarkan hasil pendataan penduduk oleh kantor Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Sarmi, Jumlah penduduk Kabupaten Sarmi tahun 2010 sebanyak 32.971 jiwa. Dibandingkan dengan luas wilayah Kabupaten Sarmi seluas 17.740 km<sup>2</sup>, penduduk sangat kurang perkilometranya.(data BPS. Sarmi 2010).

Mata pencaharian sebgat petani, nelayan, pedagang, PNS, POLRI. TNI dan wiraswasta lainnya. Fasilitas

pendidikan di Sarmi sudah ada sampai SMA dan sederajatnya. Agama yang berkembang pesat di daerah Kabupaten Sarmi adalah Protestan. Berdasarkan data Klimatologi yang dari Badan Meteorologi dan Geofisika Jayapura tercatat bahwa temperatur rata-rata di Kabupaten Sarmi adalah berkisar 21,56 °C sampai dengan 36,62 °C, kelembaban udara mencapai 84,25 % dengan rata-rasa curah hujan 132.25 mm per tahun.

Sebagian besar daerah penyelidikan ditutupi oleh hutan tropis heterogen dan merupakan zona konsevasi. Hutan tropika dataran rendah di tumbuh berbagai macam kayu tropis dan rotan. Habitat jenis fauna yang hidup di daerah ini terdiri dari jenis-jenis mamalia, burung, reptilia dan ikan, seperti misalnya, Babi hutan (susbarbatus), Kancil (tragulus javanicus), Biawak (varanus-borneanus) dan jenis-jenis Ular. Hewan air seperti beberapa jenis ikan banyak terdapat di daerah ini.

Tingkat pendidikan relatif baik, karena tersedia berbagai tingkat sarana pendidikan, seperti SMA di Kecamatan dan SD dan. SMP yang umumnya berada di pedesaan.

## 2. GEOLOGI UMUM

### 2.1. Stratigrafi Regional

Secara umum, geologi Papua dari utara ke selatan dapat dibagi menjadi 3 mandala geologi, yaitu kontinental, oseanik dan transisi (Darman dan Sidi, 2000). Setiap mandala tersebut memiliki kekhasan dalam stratigrafi, magmatik dan sejarah tektoniknya. Pembagian 3 mandala geologi tersebut umumnya diterapkan pada bagian Badan Burung (*Bird's Body*). Bagian Kepala (*Bird's Head*) dan Leher Burung (*Bird's Neck*) menurut beberapa penulis berasal dari beragam campuran terain yang berasal dari tempat yang berbeda dengan kedudukannya saat ini, sehingga memiliki sejarah geologi tersendiri.

Bagian tengah Papua (*Bird's Body*) dapat dibedakan kedalam 4 provinsi litotektonik yaitu cekungan daratan muka Papua (*Arafura Platform*), sabuk lipatan dan anjakan Pegunungan Tengah (*Central Range*), sabuk opiolit dan metamorf (sabuk metamorf Ruffaer) dan kompleks tumbukan busur kepulauan Melanesia (depresi Meervlakte dan sabuk anjakan Memberamo).

Cekungan daratan muka Papua (*Arafura Platform*) terdiri dari Laut Arafura dan dataran pantai selatan Papua yang termasuk kedalam kerak benua Australia. Stratigrafi platform Arafura tersusun terutama oleh batuan sedimen silisiklatik marin dan non-marin berumur Pliosen dan Holosen yang dialasi oleh perlapisan silisiklatik

Mesozoikum dan batuan karbonat Kenozoikum. Pegunungan Tengah merupakan sabuk orogenesis yang terbentang sepanjang 1300 km dibagian tengah Papua membentuk sabuk lipatan dan anjakan yang melibatkan batuan kerak benua Australia berumur Paleozoikum hingga Tersier. Sabuk metamorf Ruffaer terbentuk oleh batuan metamorf terdeformasi tinggi yang dibatasi oleh sabuk ofiolit Papua dibagian utara. Sabuk ofiolit Papua dipisahkan dari Sabuk metamorf Ruffaer oleh serangkaian sesar dan ditutupi oleh endapan aluvial dari cekungan Meervlakte. Sabuk orogenesis paling utara di Papua terbentuk akibat tumbukan busur Kepulauan Melanesia terhadap Lempeng Pasifik, terdiri dari depresi Meervlakte dan sabuk anjakan Memberamo. Depresi Meervlakte merupakan suatu cekungan antarpegunungan yang tetap aktif mengalami penurunan sejak Miosen Tengah hingga saat ini. Sabuk anjakan dan lipatan Memberamo merupakan suatu zona deformasi konvergen dengan lebar mencapai 200 km yang sebagian besar terletak didalam sabuk Melanesia. Zona deformasi ini terbentuk sejak Pliosen dan masih aktif hingga saat ini. Daerah penyelidikan terletak pada depresi Meervlakte yang dibatasi oleh sabuk lipatan dan anjakan Memberamo di bagian timur.

Stratigrafi regional daerah penyelidikan merujuk kepada Peta Geologi Lembar Sarmi dan Bufareh, Irian Jaya (Gafoer dan Budhitrinsa, 1995) tersusun terutama oleh batuan berumur Kuartar dengan pelamparan yang luas. Lokasi penyelidikan termasuk Mandala Badan Burung (*Bird's Body* (Darman dan Sidi, 2000).

Stratigrafi di daerah inventarisasi mempunyai sebaran umur mulai dari Tersier sampai dengan Kuartar. Dimana urutan batuan muda ketua di daerah ini adalah sebagai berikut :

#### **Endapan Aluvial (Qa)**

Terdiri dari Aluvium dan Endapan Pantai yang terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lumpur di lingkungan rawa dan pantai. Endapan pantai mengandung pecahan batugamping koral Resen.

#### **Endapan Lumpur (Qmd)**

Satuan ini terdiri dari lempung tergerus dan endapan lumpur.

#### **Batuan Campur Aduk (Qc)**

Satuan ini terdiri dari lempung tergerus, lumpur mengandung bongkah-bongkah dari formasi yang lebih tua.

#### **Formasi Kukunduri (Qpk)**

Satuan ini terdiri dari konglomerat, pasir dan lempung yang

mengandung sisa tumbuhan. Formasi ini berumur Pleistosen.

#### **Formasi Jayapura (Qpj)**

Formasi Jayapura terdiri dari litologi; Batugamping koral–ganggang, kalsirudit, kalkarenit, setempat batugamping kapuran, batugamping napalan dan napal, berlapis jelek, setempat berstruktur terumbu; setempat berselingan dengan batugamping pelagos. Fosil foraminifera kecil bentos dan pelagos, koral, moluska dan ganggang. Umur satuan ini Plistosen. Lingkungan pengendapan laut terbuka yang tak ada lagi bahan rombakan daratan; menindih tak selaras Formasi Unk. Kemiringan landai kearah Selatan Baratdaya dengan undak nyata. Terangkat lebih kurang 200m di atas permukaan laut dengan tebal formasi 400m.

#### **Formasi Unk (Qtu)**

Formasi Unk terdiri dari: Grewake berselingan , batulempung, batulanau, napal, konglomerat dan sisipan batupasir dan batubara. Greywake, berlapis 10cm – 1m, kepingan kuarsa, batuan beku, sedimen malih dan batuan karbonan, sisipan batupasir kelabu tua–hijau muda gampingan, berlapis baik. Batulempung, batulanau dan napal; pejal – berlapis baik, setempat menyerpih, mengandung lempengan



batubara dan sisa tumbuhan. Satuan berlapis baik lapisan bersusun, silang siur, lapisan sejajar dan galauan jasad, setempat gelembur, lingkungan pengendapan laut dangkal, tebal mencapai 1000m.

Formasi Unk ini merupakan Formasi Pembawa batubara.

## 2.2. Struktur Geologi

Struktur yang terbentuk di Papua sebagian besar terbentuk oleh kolisi busur kepulauan-benua Australia selama Miosen Akhir. Peristiwa tektonik yang berlangsung kemudian mengakibatkan reaktivasi dari struktur-struktur lama membentuk sesar-sesar mendatar mengiri (Sapiie dkk., 1999 dalam Darman dan Sidi, 2000). Secara umum, struktur utama yang terbentuk di daerah ini didominasi oleh sistem sesar berarah barat-timur. Berdasarkan pola strukturnya, Papua memiliki 3 domain struktur utama yaitu Kepala Burung (*Bird's Head*), Leher Burung (*Bird's Neck*) dan Badan Burung (*Bird's Body*). Pada bagian Badan Burung, struktur berarah barat hingga baratlaut dominan disepanjang Pegunungan Tengah yang dikenal sebagai *New Guinea Mobile Belt* (NGMB). Zona ini membentang hingga ke Papua Nugini, sedangkan di bagian barat berakhir pada Zona Sesar Tarera-Aiduna (TAFZ) di bagian Leher Burung. Struktur yang mendominasi Leher Burung berupa perlipatan berarah utara-

baratlaut yang dikenal sebagai Sabuk Lipatan Lengguru (LFB). Sabuk lipatan ini berakhir pada Tinggian Kemum di daerah Kepala Burung.

Menurut Gafoer dan Budhitrisna (1995) struktur yang terbentuk di daerah penyelidikan terdiri dari perlipatan dan sesar. Perlipatan berupa sinklin dan antiklin dengan sumbu berarah baratlaut-tenggara dan barat-timur. Arah umum sesar naik dan sesar normal adalah baratlaut-tenggara, barat-timur dan baratdaya-timurlaut. Sesar geser umumnya berarah baratlaut-tenggara dan baratdaya-timurlaut. Sesar umumnya memotong batuan berumur Tersier dan Kuartar. Di daerah ini banyak dijumpai lumpur gunungapi yang keberadaannya berhubungan dengan struktur diapir yang terbentuk akibat aktivitas tektonik sejak Pleistosen hingga sekarang.

## 2.3 Endapan Batubara

Dengan memperhatikan susunan litologi dan lingkungan pengendapan dari masing-masing formasi maka Endapan Batubara kemungkinan besar ditemukan pada Formasi Unk yang mempunyai lingkungan pengendapan peralihan dengan umur Quarter. Dari hasil pengamatan di lapangan endapan batubara di Formasi Unk ditemukan sebagai lensa lensa pada lapisan batulempung dan terdapat pada bagian bawah dari Formasi ini. Dalam peta

geologi lembar Jayapura N. Suwama juga menyebutkan adanya sisipan lignit pada Formasi Unk.

### 3. KEGIATAN PENYELIDIKAN

#### 3.1. Penyelidikan lapangan

##### 3.1.1 Pengumpulan Data Sekunder

Kegiatan penyelidikan lapangan yang dilakukan dalam kegiatan inventarisasi ini merupakan kegiatan pemetaan geologi. Kegiatan pemetaan diprioritaskan pada formasi pembawa batubara yang nampak dipermukaan. Sasaran utama dalam pemetaan ini adalah singkapan yang dianggap mengandung batubara. Apabila pada suatu sungai ditemukan beberapa singkapan yang mengandung batubara dan diketahui jurus kemiringannya maka dilakukan pengukuran lintasan kompas, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui tebal dan jumlah lapisan yang mengandung batubara serta litologi antara lapisan tersebut. Koordinat singkapan ditentukan dengan **GPS** (*"global positioning system"*) Garmin type 12-CE.

Korelasi batubara didasarkan pada kelurusan arah jurus antar singkapan yang satu dengan lainnya, dan litologi pengapit batubara tersebut. Selain itu dilakukan pula korelasi dan direkonstruksi di permukaan.

Pengambilan conto batubara dilakukan di permukaan (*"grab sampling"*).

Adapun rincian pekerjaan pemetaan geologi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mencari lokasi singkapan-singkapan batuan berdasarkan peta distribusi formasi pembawa batubara baik berdasarkan peta geologi, penyelidikan terdahulu maupun berdasarkan informasi dari masyarakat setempat.
- b. Mengukur jurus dan kemiringan singkapan batuan dan tebal lapisan batubara dengan peralatan standar geologi lapangan berupa kompas, pita ukur maupun dengan alat penentu titik koordinat memakai alat GPS Type Garmin12CE. Data lapangan berupa koordinat singkapan-singkapan batuan diplot di dalam peta kerja.
- c. Mengamati lapisan-lapisan pengapit dan hubungannya dengan batubara.
- d. Mengambil conto batubara dari singkapan untuk analisa Kimia dan analisa petrografi. Semua conto yang akan di analisa dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk menghindari penguapan atau oksidasi; dan masing -masing conto diberi label.
- e. Mengambil conto-conto batubara dari singkapan untuk analisa.

Semua informasi lapangan dicatat sebagai bahan laporan akhir untuk kemudian dilakukan pengolahan data dan pelengkapan data dengan hasil laboratorium.

Data sekunder diperoleh dengan cara pengumpulan data dokumen-dokumen di perpustakaan milik instansi-instansi terkait Pemerintah Pusat/Daerah dan para pelaku usaha pertambangan, yang berkaitan dengan segala informasi tentang sumber daya/cadangan bahan galian yang tersedia dan usaha pertambangan di wilayah Kabupaten Kapuas Hulu.

Data sekunder didapat dengan cara konsolidasi dengan dinas Pertambangan Kabupaten, didapatkan mengenai data-data sekunder mengenai keadaan daerah penyelidikan, baik itu berupa infrastruktur yang ada, adat budaya dan lingkungan.

### 3.1.2. Pengumpulan Data Sekunder

Dari hasil pengamatan di lapangan yang di prioritaskan terhadap formasi yang diperkirakan menjadi formasi pembawa batubara di daerah inventarisasi (Formasi Unk ) maka ditemukan beberapa singkapan. Dimana dari sejumlah 16 lokasi pengamatan dan singkapan di daerah inventarisasi ditemukan 4 singkapan batubara.

### 3.2. Analisa Laboratorium

Analisa laboratorium dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara, dimana dalam pelaksanaannya terdiri dari analisa proksimat dan analisa ultimat. Dalam analisa proksimat dapat menghasilkan informasi mengenai kandungan zat terbang, air tertambat, kadar abu, dan karbon padat yang pengerjaannya dilaksanakan dengan dasar kering udara. Kandungan air total dan air bebas ditentukan dengan dasar kondisi conto diterima atau yang disebut dengan istilah “*as receive* “. Analisa ultimat dilakukan untuk dapat mengetahui komposisi unsur yang bertindak sebagai penyusun batubara. Disamping kedua analisa tersebut, juga dilakukan analisa ultimat untuk dapat mengetahui nilai panas, sulfur dan berat jenis batubara. Analisa petrografi untuk mengetahui kandungan maceral dari batubara.

Analisa kimia dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Pusat Sumber Daya Geologi. Dari seluruh conto yang diambil dari daerah inventarisasi kemudian dipilih 4 conto batubara yang dianggap bisa mewakili.(hasil analisa pada lampiran)

Analisa proksimat menggunakan metoda analisa basis kering (Adb), hasil analisa tersebut menentukan kandungan air, zat terbang, karbon tertambat, kadar abu dan nilai kalori.

Sedangkan analisa ultimat menentukan adanya kandungan karbon dan sulfur.

Evaluasi hasil analisa dari conto SM-11, SM-12, SM-13 dan SM 14 dapat diuraikan sebagai berikut:

Nilai kalori berkisar antara 4946 kal/gr sampai 5289 kal/gr.

Kandungan air bebas (FM) relatif yaitu antara 11,48 - 14,91%, kandungan air bebas merupakan kandungan air yang terdapat dalam batubara, biasanya mengisi rekahan-rekahan batubara sehingga mudah menguap dan berkurang.

Kandungan air tertambat (M) didaerah penyelidikan mempunyai nilai antara 9,0 - 9,9%. air tertambat merupakan kandungan air yang terikat bersama molekul-molekul pembentuk batubara. Dari hasil analisa maka prosentase air tertambat pada batubara di daerah penyelidikan relatif rendah.

Nilai karbon tertambat (FC) berbanding lurus dengan nilai kalori, dalam hal ini menunjukkan kisaran antara 37,06% - 41,25%. Angka ini menunjukkan tingkat pematangan yang sedang, kecuali pada lapisan 2 < 40%.

Kandungan zat terbang (VM) menunjukkan prosentase yang cukup tinggi yaitu antara 36,49% - 43,58%, tingginya prosentase zat terbang berpengaruh pada sifat mudah terbakar.

Kandungan abu menunjukkan prosentase yang tinggi mempunyai nilai rata-rata 10,96% - 12,45%. Tingginya kandungan abu ini akibat adanya

pengotoran mineral lempung yaitu berupa pengisian terhadap rekahan pada batubara atau berupa dirtband yang sukar dipisahkan. sedangkan kandungan sulfur antara 0,75% - 4,75%.

Berat jenis rata-rata berkisar 1,44 gr/cc.

Analisa petrografi dari keempat contoh yaitu Rv max. antara 0,30 - 0,33%, Vitritinit antara 88,5 - 92,2 %, Inertinit antara 0,8 - 2,1 % dan Liptinit antara 0,4 - 1,1 %.

Untuk batubara jenis tersebut diatas termasuk katagori klasifikasi berperingkat rendah (lignit-sub bituminous), dimana vitritinit merupakan maseral dominan, disertai dengan inertinit dan sedikit liptinit.

### 3.3. Pengolahan Data

Kegiatan inventarisasi yang dilakukan tentu saja diharapkan dapat menghasilkan data yang cukup akurat, sehingga seluruh informasi data tersebut dapat membantu penyelidikan dalam penarikan korelasi antar lapisan batubara baik yang berasal data singkapan. Dengan demikian akan mempermudah penyelidikan dalam membuat peta sebaran batubara, dan akhirnya kualitas serta besarnya sumberdaya batubara yang terkandung di daerah penyelidikan dapat diketahui dengan lebih jelas. Adapun urutan pengolahan data adalah sebagai berikut ;

1. Pengeplotan lokasi pada peta kerja 1 : 50.000
2. Penarikan korelasi antar singkapan untuk menentukan pola sebaran batubara
3. penghitungan sumberdaya batubara di daerah inventarisasi
4. Evaluasi terhadap hasil analisa kimia dan petrografi yang dilakukan terhadap conto yang diambil.

Penyusunan laporan meliputi pembuatan laporan dan pembuatan peta sebaran batubara skala 1 : 50.000.

#### 4. HASIL PENYELIDIKAN

##### 4.1. Geologi Daerah Penyelidikan.

###### 4.1.1. Morfologi

Pada daerah inventarisasi litologi pembentuk terdiri dari batuan sedimen. Struktur geologi yang berpengaruh adalah patahan dan lipatan sedangkan proses yang dominan adalah erosi oleh air. Tahapan morfologi di daerah Inventarisasi umumnya beragam mulai dari muda sampai dewasa.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut diatas satuan morfologi yang terdapat di daerah inventarisasi dapat dikelompokkan menjadi 2 satuan morfologi yaitu;

1. Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang
2. Satuan Morfologi Dataran Aluvial

##### Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang

Satuan ini mempunyai penciri ketinggian dengan kisaran 50 m sampai dengan 550 m, satuan ini mempunyai kemiringan lereng rendah sampai sedang, yang pada peta topografi direpresentasikan dengan kenampakan kontur yang sedikit rapat dan adanya puncak-puncak yang berulang membentuk morfologi bergelombang. Satuan ini umumnya ditempati oleh batuan sedimen dari batuan campuran aduk (Qc), Formasi Jayapura yang terdiri dari batugamping dan Formasi Unk yang terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung.

Bentuk perulangan gelombang yang terjadi pada satuan ini disebabkan oleh adanya perbedaan tingkat ketahanan litologi pembentuk terhadap erosi yang disebabkan oleh air. Satuan ini dipengaruhi oleh struktur perlipatan. Pola aliran sungai yang terdapat pada satuan ini adalah trellis, dimana pola aliran sungai ini sangat dipengaruhi oleh kemiringan lapisan batuan. Pelamparan satuan ini menempati bagian tengah dan selatan daerah inventarisasi dengan luas pelamparan sekitar 80% dari luas total daerah. Tahapan sungai di daerah ini sudah pada tahapan dewasa yang dicirikan dengan adanya bentuk penampang sungai yang membentuk huruf U. dengan pelamparan menempati

sebelah tengah ke arah selatan daerah inventarisasi.

### **Satuan Morfologi Dataran Aluvial**

Satuan Morfologi dataran Aluvial dicirikan oleh kemiringan lereng yang rendah. Pada peta topografi satuan mempunyai kenampakan penyebaran kontur yang sangat rendah. Satuan ini membentuk dataran sekitar sungai-sungai utama. Bentuk daratan aluvial ini hampir rata. Secara geologi satuan ini umumnya ditempati oleh endapan aluvial berumur kuartar yang terdiri dari litologi pasir lepas, lempung dan kerakal yang merupakan endapan aluvial sungai. Struktur geologi pada satuan ini kurang berpengaruh. Pola aliran sungai menunjukkan pola denritic yang merupakan pola khas untuk morfologi yang ditempati oleh batuan dengan kemiringan rendah/hampir datar. Tahapan morfologi pada satuan ini sudah pada tahapan tua, hal ini dicirikan oleh adanya dataran aluvial yang luas dengan bentuk penampang sungai "U" yang lebar. Pada beberapa tempat sungai-sungai pada satuan ini.

#### **1. Stratigrafi**

Stratigrafi di daerah inventarisasi mempunyai sebaran umur mulai dari Tersier sampai dengan Kuartar. Dimana urutan muda ke tua di daerah ini adalah sebagai berikut :

### **Endapan Aluvial (Qa)**

Terdiri dari Aluvium dan Endapan Pantai yang terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lumpur di lingkungan rawa dan pantai. Endapan pantai mengandung pecahan batugamping koral Resen. Satuan ini mempunyai pelamparan di sebelah Utara daerah inventarisasi dengan sebaran kurang lebih 20%.

### **Endapan Lumpur (Qmd)**

Formasi ini yang terdiri dari lumpur dan lempung lembek yang berumur Pleistosen. Pelamparannya meliputi 3% daerah inventarisasi, dan terletak di sebelah barat laut.

### **Batuan Campur Aduk (Qc)**

Terdiri dari lempung tergerus, lumpur mengandung bongkah-bongkah dari formasi yang lebih tua. Pelamparannya meliputi 20 % daerah inventarisasi, dan terletak di sebelah selatan.

### **Formasi Kukunduri (Qpk)**

Formasi ini terdiri dari konglomerat, pasir dan lempung yang mengandung sisa tumbuhan. Formasi ini berumur Pleistosen. Pelamparannya meliputi 5% daerah inventarisasi, dan terletak di sebelah barat laut -utara.

### Formasi Jayapura (Qpj)

Formasi jayapura terdiri dari litologi; Batugamping koral–ganggang, kalsirudit, kalkarenit, setempat batugamping kapuran, batugamping napalan dan napal, berlapis jelek, setempat berstruktur terumbu; setempat berselingan dengan batugamping pelagos. Fosil foraminifera kecil bentos dan pelagos, koral, moluska dan ganggang. Umur satuan ini Plistosen. Lingkungan pengendapan laut terbuka yang tak ada lagi bahan rombakan daratan; menindih tak selaras Formasi Unk. Pelamparannya meliputi 2 % daerah inventarisasi, dan terletak di sebelah timur.

### Formasi Unk (Qtu)

Formasi Unk terdiri dari: Grewake berselingan, batulempung, batulanau, napal, konglomerat dan sisipan batupasir dan batubara. Greywake, berlapis 10cm – 1m, kepingan kuarsa, batuan beku, sedimen malih dan batuan karbonan, sisipan batupasir kelabu tua–hijau muda gampingan, berlapis baik. Batulempung, batulanau dan napal; pejal–berlapis baik, setempat menyerpih, mengandung lempengan batubara dan sisa tumbuhan. Satuan berlapis baik lapisan bersusun, silang siur, lapisan sejajar dan galauan jasad, setempat gelembur, lingkungan pengendapan laut dangkal–laut. Tebal mencapai 1000 m, dengan posisi bagian

bawah Formasi Jayapura. Formasi Unk ini merupakan Formasi Pembawa batubara ("*Coal Bearing Formation*") di daerah Inventarisasi pada satuan ini ditemukan batubara dengan keteban 0,1m Sampai dengan 0,90 m. Formasi ini melampar di bagian tengah daerah inventarisasi yang luasnya sekitar 60% dari daerah Inventarisasi.

Di Mengkatip dan sekitarnya terendapkan batuan aluvial (Qa) terdiri atas lempung organik, berwarna coklat, lempung gambutan kadangkadang batupasirtufaan, kerikil, besi oksida, batulempung kaolinit dan batulanau bersisipan pasir, gambut, kerakal dan bongkahan lepas, merupakan endapan sungai, terkadang dibebberapa bagian pasir, abu-abu-putih, berbutir halus, bersifat lempungan dan lanauan pasir atau lanau dibagian atas.

#### 4.1.3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang ditemukan di daerah inventarisasi terdiri atas perlipatan dan patahan yang merupakan hasil dari kegiatan tektonik yang terjadi di daerah ini.

Perlipatan yang terjadi umumnya membentuk sinklin yang mempunyai arah umum Barat laut- Tenggara dan Timur-Barat, terdapat 3 lipatan di daerah ini. Perlipatan ini diperkirakan

merupakan sinklin yang asimetris dengan kemiringan di kedua sayap yang relatif sama sekitar  $35^{\circ}$  sampai dengan  $45^{\circ}$ . sumbu dari pelipatan diperkirakan menunjam pada kedua sisi dengan panjang kurang lebih 2,5 sampai 7,5 km.

Patahan yang terdapat di daerah inventaisasi dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu sesar normal, sesar geser mendatar dan sesar naik.

Sesar normal dicirikan dengan adanya kelurusan tebing, pembelokan sungai yang tiba-tiba serta perubahan litologi yang mendadak atau adanya perubahan formasi. Sesar-sesar ini mempunyai arah umum hampir sama dengan perlipatan yaitu baratlaut-tenggara sampai dengan barat-timur. Bagian selatan dari sesar normal di daerah ini umumnya merupakan bagian yang merupakan bagian yang naik dan utaranya merupakan bagian yang turun, arah kemiringan dari sesar normal di daerah ini diperkirakan kearah utara. Sesar Normal yang cukup dominan didaerah ini ditemukan 5 buah dengan panjang pelamparan sekitar 5 sampai 10 km.

Sesar geser dicirikan dengan adanya "offset" litologi/formasi batuan. Sesar geser ini mempunyai arah baratdaya-timurlaut, memotong sesar normal sehingga menjadi sesar normal geser dan umumnya membentuk sesar normal geser kiri, terdapat 2 sesar

geser, diantaranya salah satu sesar geser yang memotong lapisan batubara.

Sesar naik terdapat 2 buah sesar naik di daerah ini dimana umumnya mempunyai panjang pelamparan antara 3 km sampai dengan 10 km.

Pola struktur yang cukup rumit menyebabkan terjadinya diskontonuitas dari lapisan batubara.

#### **4.2 Potensi Endapan Batubara**

Dari hasil pengamatan antar singkapan batubara, maka di interpertasikan di daerah inventarisasi terdapat 2 lapisan batubara.

Lapisan batubara ditemukan pada lokasi singkapan Sm11, Sm12 sebagai satu lapisan, tapi terpisahkan oleh sesar dan tersingkap lagi di Sm 13 yang diinteprestasikan sebagai Lapisan 1. Lapisan 2 yang tersingkap di Sm14, hanya tebal 20 cm dan melensa. Panjang sebaran lapisan 1 sekitar 1950 m. tebal rata-rata 0,80 m, kemiringan berkisar antara  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ . Lapisan ini dicirikan oleh batubara, hitam-kecoklatan, kusam, mengandung banyak pirit dan resin yang tersebar di seluruh lapisan. Pengapit atas dari lapisan ini adalah lempung kelabu tua kehitaman dengan lensa-lensa batupasir halus pada beberapa tempat. Lapisan pengapit bawah adalah batulempung kelabu tua kehitaman dengan lensa-lensa batupasir halus.



Kemenerusan (kontinuitas) lateral dari lapisan ini tidak begitu baik dimana pada beberapa tempat lapisan ini menghilang dan terpotong oleh lapisan batupasir. Dari sifat kemenerusan yang tidak baik, maka lapisan batubara ini diperkirakan merupakan lensa-lensa batubara yang merupakan sisipan pada batulempung. Lapisan 2 merupakan lensa tipis dan tidak dihitung sumberdayanya. (lihat peta sebaran batubara). Dengan melihat pada kerapatan data di daerah inventarisasi dibandingkan luas daerah sebaran batubara serta dengan memperhitungkan kompleksitas struktur geologi di daerah inventarisasi maka sumberdaya batubara di daerah ini dapat dikelompokkan sebagai sumberdaya tereka). Semua hasil perhitungan sumberdaya batubara dapat dilihat sebagai berikut (Dihitung per lapisan yang dibatasi oleh parameter-parameter geologi meliputi ; Struktur geologi dan kemiringan lapisan batubara).

Perhitungan sumberdaya batubara berdasarkan pada penyebaran kearah lateral yang didapatkan dari korelasi beberapa singkapan yang diamati selama peninjauan lapangan dan rekonstruksi yang dilakukan di daerah penyelidikan serta dengan memperhatikan kriteria-kriteria geologi seperti yang terdapat dalam SNI.

1. Lapisan batubara dapat dihitung berdasarkan beberapa pembatasan sebagai berikut :
2. Penyebaran kearah jurus tiap lapisan yang dapat dikorelasikan dibatasi sampai sejauh 500 meter dari singkapan terakhir
3. Penyebaran kearah kemiringan (lebar) lapisan dibatasi sampai kedalam 100 meter dihitung tegak lurus dari permukaan singkapan, sehingga lebar singkapan adalah :  
 $L = 100 \sin \alpha$  , dimana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan lapisan batubara.
4. Tebal lapisan adalah tebal rata-rata dari seluruh batubara yang termasuk dalam lapisan tersebut.
5. Sumberdaya batubara dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$\text{Sumberdaya} = \{ \text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)} \times \text{tebal (m)} \times \text{berat jenis (gr/ton)} \}$$

Dengan melihat pada kerapatan data di daerah inventarisasi dibandingkan luas daerah sebaran batubara serta dengan memperhitungkan kompleksitas struktur geologi di daerah inventarisasi maka sumberdaya batubara di daerah ini dapat dikelompokkan sebagai sumberdaya tereka). Semua hasil perhitungan sumberdaya batubara dapat dilihat sebagai berikut (Dihitung per lapisan yang dibatasi oleh parameter-parameter geologi meliputi ;

Struktur geologi dan kemiringan lapisan batubara).

#### 4.3. Prospek Pemanfaatan

Sumberdaya batubara di daerah inventarisasi sebanyak **112.320 ton** tidak termasuk dalam kategori sumberdaya yang besar, sehingga pemanfaat sumberdaya ini sangat terbatas. Dalam hal ini apabila sumberdaya batubara di daerah ini akan dimanfaatkan sebaiknya dipergunakan untuk kebutuhan lokal, tentunya dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada, diantaranya akses jalan dan morfologi lokasi.

### 5. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Dari hasil kegiatan lapangan yang berupa pemetaan geologi di daerah inventarisasi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Formasi pembawa batubara di daerah inventaisasi adalah Formasi Unk yang berumur Plio-Pliosen dengan lingkungan pengendapan peralihan
2. Batubara terdapat sebagai sisipan pada batulempung dengan ketebalan rata-rata 0,80 m
3. Tedapat 2 lapisan batubara di daerah inventarisasi yang membentuk suatu bentuk melensis.

4. Kontinuitas dari lapisan batubara tidak begitu baik ( melensa )
5. Potensi Sumberdaya batubara di daerah ini adalah : **112.320 ton**
6. Kualitas batubara, mempunyai nilai panas rata-rata 5045 kal/gr, termasuk klasifikasi batubara berperingkat rendah (lignit-sub bituminous).

#### 2. Saran

Apabila sumberdaya batubara di daerah ini akan dimanfaatkan sebaiknya dipergunakan untuk kebutuhan lokal, tentunya dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada, diantaranya lingkungan, adat-budaya setempat yang memerlukan pendekatan khusus, akses jalan dan morfologi lokasi, Serta perlu diadakannya penelitian yang lebih detail mengenai batubara di daerah ini .

### 6. DAFTAR PUSTAKA

**Amarullah. Dedy, 2005, *Penyelidikan Endapan Batubara di Daerah Wahgete Kabupaten Nabire*, Direktorat Inventarisasi Sumberdaya Mineral, Bandung ( Tidak dipublikasikan).**

**Darman, H. dan Sidi, F. H., 2000, *an Outline of the Geology of Indonesia*, Proceeding Ikatan Ahli Geologi Indonesia.**

**Dinarna, T. A., 2006, *Inventarisasi Batubara di Daerah Marginal Jayapura, Provinsi Papua*, Pusat Sumberdaya Geologi, Bandung.**

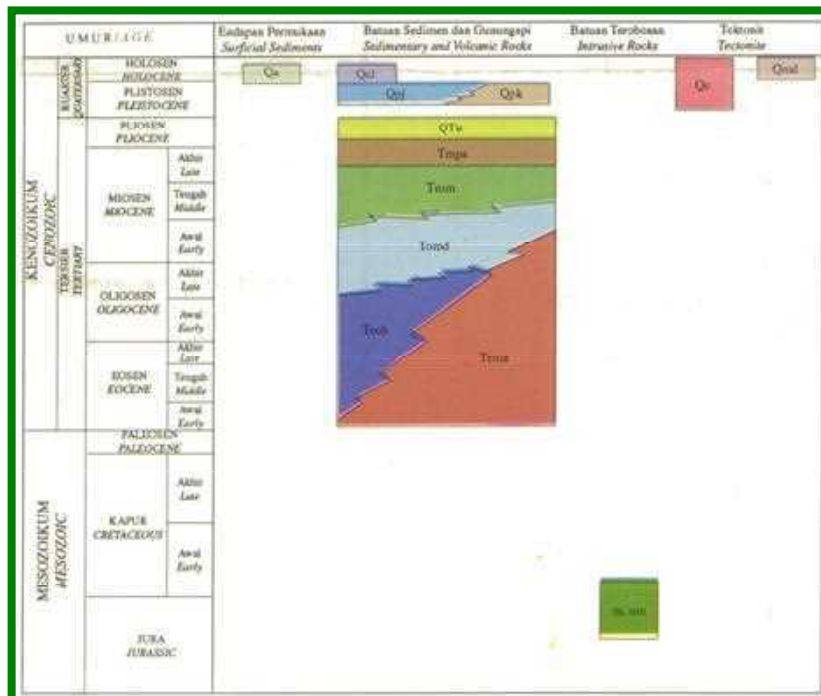
*Bufareh, Irian Jaya*, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

**Gafoer, S. dan Budhitisna, T., 1995, *Peta Geologi Lembar Sarmi dan***



■ Lokasi Kegiatan

Gambar 1. Daerah Penyelidikan



Gambar 2. Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan (Gafoer dan Budhitrisna, 1995).

Tabel 3. Endapan Batubara

Seam	Tebal Rata-rata	Panjang Sebaran	Kemiringan	Keterangan
1	0,8 m	1950 meter	30 <sup>0</sup>	Rekontruksi dari Sm 11, Sm 12 dan Sm 13
2	0,2 m	587 meter	20 <sup>0</sup>	Rekontruksi dari Sm 14 dan tidak di hitung sumberdaya.

Tabel 4. Perhitungan Sumberdaya

No	Lapisan Batubara	Panjang (m)	Tebal (m)	Lebar (m)	BJ (Rata2)*	SumberDaya (Ton)
1	Lapisan 1	1950	0,8	50	1,44	112.320
2	Lapisan 2	Tidak dihitung tebal < 0,4 m (SNI)				-
Total jumlah Potensi Sumber Daya						112.320

Tabel Hasil Analisa Kimia

**HASIL ANALISIS KIMIA**  
( Result of Chemical Analysis)

NOMOR ANALISIS KIMIA : 20120400542 - 545  
( Number of Analysis )  
CONTO YANG DIANALISIS : 4 Conto Batubara.  
( Analysed Samples )  
L O K A S I / Location : Kab. Sarmi, Prov. Papua  
ANALISIS UNTUK / Analysis for : **KP. ENERGI FOSIL**

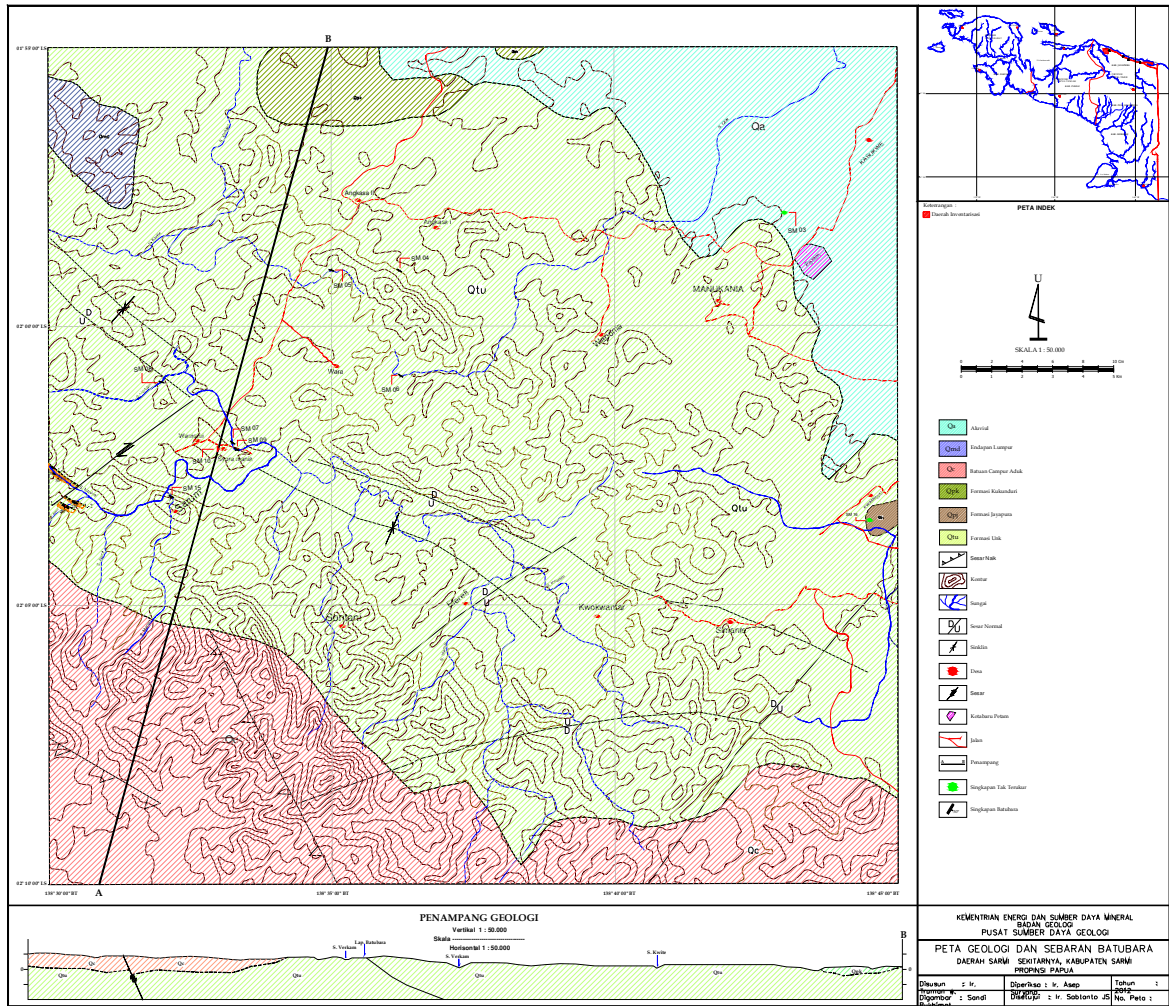
---

*Standard Methods*

Free Moisture : ASTM D.2013-03  
Total Moisture : ASTM D.3302/D3302 M-10  
Proximate Instrument : ASTM D.5142 - 04  
Moisture : ASTM D.3173-11  
Volatile Matter : ASTM D.3175-11  
Fixed Carbon : ASTM D.3172-07a  
Ash : ASTM D.3174-11  
Calorific Value : ASTM D. 5865-10a  
Total Sulphur : ISO 351 - 1996  
Relative Density : AS 1038.21.1.1-2002

ANALYSIS	UNIT	BASIS	Sample Code			
			SM - 11	SM - 12	SM - 13	SM - 14
FREE MOISTURE	%	ar	14.91	14.46	11.48	13.33
TOTAL MOISTURE	%	ar	24.24	24.28	22.50	23.83
<b>PROXIMATE</b>						
MOISTURE	%	adb	10.96	11.48	12.45	12.11
VOLATILE MATTER	%	adb	36.49	37.64	43.58	41.02
FIXED CARBON	%	adb	37.60	41.25	38.24	37.62
ASH	%	adb	14.95	9.63	5.73	9.25
TOTAL SULPHUR	%	adb	4.75	2.39	0.75	1.73
CALORIFIC VALUE	Cal/gr	adb	4984	5289	4946	4964

Air dried basis = As determined basis  
HGI = ASTM D 409



## PENYELIDIKAN SUMBER DAYA BITUMEN PADAT DI PEGUNUNGAN TIGAPULUH SELATAN, PROPINSI JAMBI

Oleh :

**Dahlan Ibrahim**

KP. Energi Fosil

### SARI

Daerah penyelidikan terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Propinsi Jambi. Secara geografis terletak di antara koordinat 1°00'00" – 1°15'00" Lintang Selatan dan 102°45'00" – 103°00'00" Bujur Timur. Lokasi penyelidikan terletak lebih kurang 120 km ke arah Timurlaut Kota Jambi, ibu kota Propinsi Jambi.

Kegiatan penyelidikan sumber daya bitumen padat adalah salah satu upaya dalam mendukung kebijakan diversifikasi energi. Endapan bitumen padat didefinisikan sebagai batuan sedimen klastik halus biasanya berupa serpih yang kaya kandungan organik dan dapat diekstraksi menghasilkan hidrokarbon cair dan gas yang berpotensi ekonomis. Daerah Pegunungan Tigapuluh Selatan dan sekitarnya yang terletak pada Cekungan Sumatera Selatan Sub Cekungan Jambi diperkirakan mempunyai potensi endapan bitumen padat khususnya pada seri batuan Tersiernya.

Stratigrafi Tersier daerah penyelidikan terdiri atas Formasi Lahat (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Kelesa (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Talangakar (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Lakat (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal – Tengah), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah – Akhir), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio Plistosen). Dari beberapa formasi berumur Tersier yang diperkirakan berpotensi bitumen padat ternyata yang cukup potensial terkandung pada Formasi Talangakar yang diendapkan pada lingkungan darat – laut dangkal.

Pada Formasi Talangakar terdapat 2 (dua) lapisan bitumen padat yang berpotensi minyak yaitu lapisan T-2 dan T-3. Hasil analisis pada lapisan T-2 menunjukkan nilai TOC 12,90 % dan kandungan minyak 50 liter/ton. Pada lapisan T-3 nilai TOC 3,76 % - 8,70 % dan kandungan minyak 15-50 liter/ton.

Hasil perhitungan jumlah sumberdaya bitumen padat di daerah ini adalah **23.597.460 ton** batuan serpih mengandung minyak yang terdiri atas **16.405.200 ton sumber daya hipotetik** dan **7.192.260 ton sumber daya tereka**. Sumber daya bitumen padat tersebut bila dikonversikan menghasilkan sumber daya minyak sebesar **7.366.398,39 barrel**.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Selama beberapa dasawarsa terakhir laju konsumsi dan kebutuhan energi nasional meningkat dengan cukup pesat, seiring dengan meningkatnya pemakaian energi untuk keperluan industri, transportasi dan rumah tangga. Di sisi lain terdapat keterbatasan jumlah cadangan energi konvensional khususnya minyak bumi.

Untuk mengantisipasi kondisi tersebut pemerintah telah mencanangkan kebijakan efisiensi dan diversifikasi energi, antara lain dengan mendorong penggunaan sumber energi lain di luar minyak bumi seperti gas alam, batubara, *Coalbed Methane* (CBM), panas bumi, tenaga air, tenaga surya dan lainnya. Disamping itu juga pemerintah juga berupaya mencari bahan energi lain yang bersumber dari alam di luar yang telah diketahui selama ini, salah satunya adalah endapan bitumen padat.

Endapan bitumen padat adalah terminologi dalam bahasa Indonesia untuk istilah *oil shale*. Istilah ini digunakan di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG), didefinisikan sebagai sebagai batuan sedimen klastik halus biasanya berupa serpih atau karbonat dengan kandungan material organik dalam kuantitas yang cukup signifikan dan dapat diekstraksi

menghasilkan hidrokarbon seperti minyak bumi atau gas yang berpotensi ekonomis.

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 18 Tahun 2010, Pusat Sumber Daya Geologi sebagai salah satu unit organisasi di bawah Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memiliki tugas melaksanakan penelitian, penyelidikan dan pelayanan bidang sumber daya geologi, diantaranya adalah sumber daya bitumen padat.

Sebagai penjabaran dari tugas tersebut pada tahun anggaran 2012 Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) melakukan kegiatan "Penyelidikan Sumber Daya Bitumen Padat di Pegunungan Tigapuluh Selatan, Propinsi Jambi". Secara geologi daerah ini diperkirakan berpotensi mengandung endapan bitumen padat.

### Maksud dan Tujuan

Maksud penyelidikan adalah untuk memperoleh data dan informasi awal dari endapan bitumen padat yang meliputi lokasi dan koordinat singkapan, ketebalan, kedudukan, penyebaran dan kualitas dari endapan bitumen padat disamping aspek-aspek geologi lainnya yang dapat menunjang penafsiran bentuk geometris dari endapan bitumen padat di daerah tersebut.



Tujuannya adalah untuk mengetahui potensi sumberdaya bitumen padat yang mencakup : Kuantitas, kualitas dan prospek pengembangan di masa mendatang.

Hasil penyelidikan diharapkan dapat memperbaharui dan melengkapi data dan informasi mengenai potensi sumber daya geologi khususnya sumber daya bitumen padat pada Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG), Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Disamping dapat menambah informasi mengenai potensi bahan galian di daerah Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Propinsi Jambi.

### **Lokasi**

Daerah Pegunungan Tiga Puluh Selatan secara administratif termasuk Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Propinsi Jambi. Meliputi empat kecamatan yaitu : Batang Asam, Tungkal Ulu, Merlung dan Ranah Mendaluh. Wilayah penyelidikan secara geografis dibatasi oleh koordinat 1°00'00" – 1°15'00" Lintang Selatan dan 102°45'00" – 103°00'00" Bujur Timur.

### **Penyelidikan Terdahulu**

Data endapan bitumen padat di daerah Pegunungan Tiga Puluh dan sekitarnya dari penulis terdahulu umumnya masih sangat terbatas, karena penelitian terhadap bitumen

padat di Indonesia belum begitu banyak dilakukan dan baru dilakukan sejak beberapa tahun terakhir.

Simanjuntak, dkk., 1991, mempublikasikan informasi mengenai geologi regional daerah penyelidikan dalam "Peta Geologi Lembar Muarabungo Sumatera", skala 1: 250.000 terbitan Puslitbang Geologi Bandung. Dari peta geologi regional tersebut di daerah penyelidikan terdapat formasi-formasi batuan yang diperkirakan merupakan formasi pembawa bitumen padat yaitu Formasi Talangakar, Formasi Lahat dan Formasi Muaraenim.

Spruyt (1956) dan de Coster (1974) telah menyusun dan memberikan penamaan pada stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan. Tatanama yang dipakai kedua penulis tersebut sering menjadi acuan bagi para penulis berikutnya.

Courteney (1996) menyatakan batuan berumur Eosen merupakan batuan induk yang efektif di Pegunungan Tigapuluh. Batuan berumur Eosen tersebut antara lain adalah Formasi Kelesa dan Formasi Lahat.

Suseno, dkk. (1992), menyatakan bahwa Formasi Lahat dan Formasi Talangakar mengandung batulempung yang kaya kandungan organik dan batubara.. Material organik tersebut berasal dari lingkungan fluvio-

deltaik dengan nilai HI (Indeks Hidrogen) dan kandungan liptinit yang tinggi. Potensi ini memungkinkan terjadinya generasi minyak dan gas.

Suwarna, N, dkk., 2012, mempublikasikan hasil penyelidikan di daerah Pegunungan Tigapuluh bagian Timur, keterdapatannya bitumen padat pada Formasi Lakat berumur Oligosen-Miosen Awal yang setara dengan Formasi Talang Akar di daerah penyelidikan.

Pusat Sumber Daya Geologi (D/h. Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral) pernah menyelidiki bitumen padat di daerah sebelah barat laut yaitu daerah Bukitsusah dan sekitarnya yang termasuk Propinsi Riau

## **GEOLOGI UMUM**

Informasi geologi regional daerah penyelidikan diperoleh dari publikasi Peta Geologi Lembar Muarabungo Sumatera, skala 1; 250.000 terbitan Puslitbang Geologi Bandung (Simanjuntak, dkk, 1991) dan beberapa publikasi lainnya.

Secara geologi Lembar Muarabungo terletak dekat batas antara Cekungan Sumatera Selatan dan Cekungan Sumatera Tengah, namun sebagian besar wilayahnya termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan bagian utara atau Sub Cekungan Jambi dan sebagian kecil termasuk ke dalam

Cekungan Sumatera Tengah. Dalam tatanan tektonik Pulau Sumatera kedua cekungan ini merupakan *backdeep basin* atau cekungan pendalaman belakang (Koesoemadinata dan Hardjono, 1978). Batas kedua Cekungan ini tidak begitu jelas namun sebagian penulis memperkirakan batasnya adalah suatu tinggian batuan dasar Pra Tersier yang dikenal sebagai Bukit Tigapuluh (Lihat Gambar 2).

## **Stratigrafi**

Lembar Muarabungo secara stratigrafi tersusun oleh batuan-batuan yang berasosiasi dengan Cekungan Sumatera Selatan pada Sub Cekungan Jambi dan sebagian kecil berasosiasi dengan Cekungan Sumatera Tengah.

Simanjuntak dkk., 1991, menyusun stratigrafi Lembar Muarabungo menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu Pra Tersier, Tersier dan Kuartar.

Urutan Pra Tersier berumur mulai Karbon Awal – Perm Tengah terdiri atas Formasi Terantam (Karbon Awal), Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, Formasi Mentulu (Ketiganya berumur Permokarbon), dikelompokkan sebagai Kelompok Tigapuluh, Formasi Mengkarang (Perm Awal) dan Formasi Pelepat (Perm Awal – Tengah).

Urutan Tersier terdiri atas Formasi Lahat (Eosen – Oligosen Awal), Formasi Kelesa (Eosen – Oligosen

Awal), Formasi Talangakar (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Lakat (Oligosen Akhir – Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal – Tengah), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah – Akhir), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir – Pliosen Awal) dan Formasi Kasai (Plio Plistosen). Endapan bitumen padat yang cukup potensial diperkirakan terkandung pada formasi-formasi berumur Tersier Awal (Eosen-Oligosen) khususnya Formasi Talangakar dan Formasi Lakat.

Endapan Kuarter tersusun oleh batuan produk gunungapi, endapan undak sungai, endapan rawa dan aluvium.

Batuan-batuan terobosan terdapat dengan kisaran umur Jura hingga Kuarter yang terdiri atas Pluton Granit, Granit, Pegmatit, Diorit, Granodiorit, Dasit dan Syenit.

### **Struktur Geologi**

Struktur yang mempengaruhi Lembar Muarabungo cukup kompleks, meliputi proses tektonik yang berlangsung sejak Karbon hingga Resen. Unsur struktur utama yang terdapat di lembar ini adalah lipatan dan sesar.

Perlipatan umumnya berarah Barat – Timur dan Baratlaut – Tenggara. Lipatan berarah Barat – Timur mempengaruhi batuan Pra Tersier, sedangkan berarah Baratlaut -

Tenggara mempengaruhi batuan Pra Tersier dan Tersier. Ciri lipatan menunjukkan pengaruh deformasi pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan Tersier dan Kuarter.

Pensesaran umumnya dapat dibagi atas empat arah yaitu BaratBaratlaut – Timur Tenggara, Baratlaut – Tenggara, Timurlaut – Baratdaya dan TimurTimurlaut – BaratBaratdaya. Pensesaran pada batuan Pra Tersier lebih kuat dibandingkan pada Tersier.

### **Indikasi Bitumen Padat**

Endapan bitumen padat dapat terbentuk pada lingkungan pengendapan danau, laut dangkal – neritik atau lagun. Batuan ini umumnya merupakan sedimen klastik halus, seperti serpih, lempung, lanau atau batupasir halus dan sering berasosiasi atau mengandung sisa-sisa tumbuhan, kayu terarangkan dan batubara.

Berdasarkan data stratigrafi daerah lembar Muarabungo dan sekitarnya (Simanjuntak, dkk, 1991) diperkirakan yang berpotensi mengandung endapan bitumen padat adalah formasi-formasi berumur Tersier Awal (Eosen-Oligosen) khususnya Formasi Lahat (Eosen-Oligosen) dan Formasi Talangakar (Oligosen-Miosen Awal), sehingga penyelidikan lapangan lebih difokuskan terhadap kedua formasi tersebut.

Formasi Lahat litologinya tersusun oleh batupasir, batulanau, batulempung, konglomerat dan di bagian atas terdapat sisa tumbuhan terkarbonkan dan sisipan batubara, formasi ini diendapkan di lingkungan fluvio-lakustrin. Formasi Talangakar litologinya tersusun oleh batupasir, batulempung, lensa batugamping, bersisipan batubara, diendapkan di lingkungan pengendapannya darat-kontinen. Dari ciri litologi dan lingkungan pengendapan kedua formasi tersebut berpotensi mengandung endapan bitumen padat.

## KEGIATAN PENYELIDIKAN

### Pengumpulan Data Sekunder

Data endapan bitumen padat di daerah Pegunungan Tiga Puluh dan sekitarnya diperoleh dari beberapa penulis terdahulu. Data ini umumnya masih sangat terbatas, karena penelitian terhadap bitumen padat belum begitu banyak dilakukan di Indonesia dan baru dilakukan sejak beberapa tahun terakhir.

Suwarna, N, dkk., 2012, mempublikasikan hasil penyelidikan di daerah Pegunungan Tigapuluh bagian Timur, keterdapatan bitumen padat pada Formasi Lakat berumur Oligosen-Miosen Awal (setara dengan Formasi Talang Akar) dengan kandungan *Total Organic Carbon* (TOC) 0,67 % -5,28%,

*Hydrogen Index* (HI) 13 8-695 dan Tmax 424°C - 448°C. Kandungan maseral yang dominan adalah lamalginin dan sedikit vitrinit.

Suseno, dkk. (1992), menyatakan bahwa Formasi Lahat memiliki nilai TOC 1,5-16,0, nilai S<sub>2</sub> 5,0-40,0, HI 130-290, Tmax 431-455°C, dan Ro 0,54-0,82%. Formasi Talangakar memiliki nilai TOC 3,0-50,0, nilai S<sub>2</sub> 4,0-160,0, HI 150-310, Tmax 440-455°C, dan Ro 0,64-0,99%. Batulempung dari Formasi Talangakar dan Lahat memiliki kandungan organik yang kaya dari tersebarnya batubara. Material organik tersebut berasal dari lingkungan fluvio-deltaik dengan nilai HI (Indeks Hidrogen) dan kandungan liptinit yang tinggi. Potensi ini memungkinkan terjadinya generasi minyak dan gas.

Pengumpulan data sekunder disamping data mengenai bitumen padat juga meliputi data demografi, infra struktur, lingkungan, iklim, tataguna lahan dan data non teknis lainnya diperoleh dari pemerintah daerah setempat. Data non teknis tersebut berguna untuk melengkapi kajian mengenai potensi dan prospek pengembangan endapan bitumen padat di wilayah ini.

### Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer merupakan pengambilan langsung data pada kegiatan lapangan, yaitu dengan

metoda pemetaan geologi bitumen padat di permukaan. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran, jumlah lapisan, dimensi dan bentuk geometris dari lapisan bitumen padat di daerah penyelidikan, sehingga penyelidikan lebih difokuskan pada areal formasi pembawa endapan bitumen padat. Jenis kegiatannya adalah menginventarisir lokasi singkapan bitumen padat, mengukur jurus, kemiringan dan ketebalan lapisan bitumen padat, mengamati karakteristik dari endapan bitumen padat, mengamati batuan pengapit dari lapisan bitumen padat serta mengamati aspek-aspek geologi lainnya (morfologi, stratigrafi, sedimentasi, struktur geologi) yang dapat membantu penafsiran bentuk geometris dari lapisan bitumen padat.

Kegiatan ini biasanya dilakukan dengan pengamatan pada lintasan-lintasan tertentu yang berpotensi menunjukkan data geologi permukaan seperti sungai-sungai atau alur sungai, tebing bukit atau lembah, irisan jalan, tebing bekas galian batuan dan lain-lain.

Salah satu cara dalam mendeteksi kemungkinan adanya endapan ini adalah dengan membakar bagian batuan ini dalam waktu beberapa saat, adanya aroma minyak terbakar seperti aroma aspal atau adanya sedikit nyala dari pembakaran batuan tersebut

merupakan salah satu indikasi keterdapatannya endapan bitumen padat disamping dengan mengamati ciri-ciri fisik dari batuan. Singkapan bitumen padat yang ditemukan kemudian diukur arah jurus, kemiringan, tebal serta ditentukan posisinya dengan bantuan alat *Global Positioning System (GPS)*, hasilnya dicatat dan diplot pada peta dasar 1 : 50.000. Ketebalan lapisan bitumen padat disamping dapat diukur langsung dapat juga dilakukan dengan metoda *Measuring section* dengan mencari dan mengukur secara cermat batas-batas lapisan baik batas atas (*top*) maupun batas bawahnya (*bottom*) kemudian dilakukan perhitungan dan koreksi, dimana metoda ini dilakukan bila endapan cukup tebal dan pengukuran langsung sulit dilakukan, disamping itu dilakukan juga pengamatan terhadap adanya sisipan dan karakteristik batuan pengapitnya.

Pengambilan contoh bitumen padat untuk keperluan analisa laboratorium dilakukan dengan metoda *Grab Sampling* dan sedapat mungkin contoh ini mewakili lapisan batuan yang akan dianalisis. Contoh batuan yang diambil diusahakan dari bagian yang masih segar sehingga relatif terbebas dari pengotoran akibat proses pelapukan, kandungan akar dan humus. Contoh yang diperoleh kemudian dibersihkan dan dikemas dalam kantong plastik secara rapi dan diberi label atau

nomor conto serta keterangan yang diperlukan.

Peralatan dan perlengkapan pemetaan geologi antara lain adalah kompas geologi, palu geologi, *Global Positioning System* (GPS), *altimeter*, pita ukur/*rollmeter*, kaca pembesar/*loupe*, pacul/*linggis*, kamera, korek api gas, peta topografi, kantong conto, alat-alat tulis dan lain-lain.

### Analisis Laboratorium

Analisis conto bitumen padat di laboratorium dilakukan untuk mengetahui potensi kandungan minyak. Beberapa metoda analisis antara lain adalah analisis *retort*, *specific gravity*, kandungan karbon organik (*Total Organic Carbon*, *TOC*), *source rock analyzer* dan petrografi organik.

Analisi retort dilakukan untuk mengetahui kandungan minyak dari conto bitumen padat. Analisis ini pada prinsipnya dilakukan dengan memanaskan conto bitumen sampai temperatur  $\pm 600$  °C. Conto disiapkan seberat lebih kurang 100 gram dan ditumbuk halus hingga berukuran 60 mesh. Proses pemanasan menyebabkan material organik padat yang terkandung didalamnya akan terekstraksi menghasilkan sejenis minyak mentah dan uap air. Minyak mentah yang dihasilkan dengan tahapan proses tertentu dapat ditingkatkan mutunya menjadi jenis

minyakbumi seperti yang lazim dikenal. Dalam tahapan produksi analisis retorting akan menghasilkan berbagai produk sampingan yang berguna seperti ammonia, kokas, aspal, sulfur dan bahan kimia aromatik.

Kajian terhadap bitumen padat dari sejumlah formasi pembawa bitumen padat di Indonesia (Kajian Terpadu Cekungan Pengendapan Bitumen Padat di Indonesia, Dit. Inventarisasi Sumber Daya Mineral, 2003) membagi kandungan minyak dalam batuan atas 3 (tiga) kelompok (Tabel 1).

Analisis TOC (*Total Organic Carbon*) dilakukan untuk mengetahui persentase unsur C (karbon) organik dalam conto batuan tersebut. Nilai TOC menunjukkan ukuran kualitatif batuan induk dengan istilah lain potensinya sebagai batuan induk minyak dan gasbumi. (*source rock*). Kandungan TOC dinyatakan dalam persentase berat,  $TOC > 2\%$  dikategorikan sebagai berpotensi sangat baik (*very good*, Peters, 1986). Klasifikasi dari Peters (1986) mengenai kandungan TOC dalam batuan dapat diamati pada tabel 2.

Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi maseral serta tingkat kematangan batuan (*maturity*). Kelompok maseral yang potensial mengandung minyak umumnya adalah liptinit. Maseral liptinit berasal dari tumbuhan ringkat rendah

seperti ganggang, spora, bituminit, resin, kutikula dan polen.

Tingkat kematangan batuan sedimen dicerminkan oleh nilai reflektansi vitrinit ( $R_v$ ), makin tinggi tingkat kematangan organik dalam batuan sedimen maka nilai  $V_r$  juga akan meningkat. Tingkat kematangan ini berkaitan dengan *thermal gradient* dari sedimen yang tertimbun. Hubungan antara Reflektansi Vitrinit dengan pembentukan minyak dan gas dinyatakan pada tabel 3.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Geologi Daerah Penyelidikan

Daerah penyelidikan tersusun oleh kelompok batuan Pra Tersier yang menempati bagian barat dan tengah, urutan sedimen Tersier yang menempati bagian timur dan selatan serta Endapan Kuartar yang melampar di bagian timurlaut daerah penyelidikan. Luas pelamparan batuan Pra Tersier mencapai sekitar 50% daerah penyelidikan, sedimen Tersier menempati sekitar 40% sedangkan endapan Kuartar menutupi lebih kurang 10% wilayah penyelidikan.

Kelompok batuan Pra Tersier terdiri atas batuan-batuan berumur Permokarbon–Jura yaitu Formasi Gangsal (Permokarbon), Formasi Pengabuhan (Permokarbon), Anggota Condong Formasi Mentulu

(Permokarbon), Formasi Mentulu (Permokarbon) dan batuan terobosan Granit (Jura). Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, Anggota Condong Formasi Mentulu dan Formasi Mentulu dikelompokkan menjadi Kelompok Tigapuluh (Simanjuntak, 1991).

Sedimen Tersier terdiri atas urutan batuan sedimen berumur Eosen-Miosen yaitu Formasi Lahat (Paleosen-Oligosen Awal), Formasi Talangakar (Oligosen-Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir-Pliosen Awal). Endapan Kuartar adalah Formasi Kasai berumur Pliosen- Plistosen, Endapan Rawa dan Aluvium berumur Holosen.

### Morfologi

Daerah penyelidikan dapat dibedakan atas tiga satuan morfologi yaitu perbukitan bergelombang terjal, perbukitan bergelombang sedang dan dataran. Satuan morfologi perbukitan bergelombang terjal dengan ketinggian sekitar 200-400 meter di atas muka laut umumnya ditempati oleh batuan-batuan Pra Tersier, satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang dengan ketinggian sekitar 50-200 meter di atas muka laut umumnya ditempati oleh batuan sedimen Tersier sedangkan satuan morfologi dataran

ditempati oleh endapan permukaan berumur Kuarter.

Pola aliran sungai di daerah penyelidikan secara umum menunjukkan pola dendritik dan paralel yang mencerminkan adanya pengaruh jenis litologi dan struktur terhadap pola aliran sungai.

### **Stratigrafi**

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh batuan Pra Tersier, Endapan Tersier dan Endapan Kuarter. Kelompok batuan Pra Tersier terdiri atas batuan-batuan berumur Permokarbon–Jura yaitu Formasi Gangsal (Permokarbon), Formasi Pengabuhan (Permokarbon), Anggota Condong Formasi Mentulu (Permokarbon), Formasi Mentulu (Permokarbon) dan batuan terobosan Granit (Jura). Formasi Gangsal, Formasi Pengabuhan, Anggota Condong Formasi Mentulu dan Formasi Mentulu dikelompokkan menjadi Kelompok Tigapuluh (Simanjuntak, 1991).

Sedimen Tersier terdiri atas urutan batuan sedimen berumur Eosen-Miosen yaitu Formasi Lahat (Eosen-Oligosen Awal), Formasi Talangakar (Oligosen-Miosen Awal), Formasi Gumai (Miosen Awal), Formasi Airbenakat (Miosen Tengah), Formasi Muaraenim (Miosen Akhir-Pliosen Awal). Endapan Kuarter adalah Formasi Kasai berumur Pliosen- Plistosen,

Endapan Rawa dan Aluvium berumur Holosen. Pelamparan masing-masing formasi dapat diamati pada Gambar 3.

Formasi pembawa bitumen padat adalah Formasi Lahat, Formasi Talangakar, Formasi Airbenakat dan Formasi Muaraenim, namun yang diperkirakan cukup berpotensi adalah Formasi Lahat dan Formasi Talangakar.

### **Struktur Geologi**

Struktur geologi yang mempengaruhi daerah penyelidikan dapat terdiri atas sesar dan lipatan. Sesar berupa sesar geser dan sesar normal berarah relatif Baratlaut-Tenggara. Sesar ini merupakan sesar berdimensi lebih besar dan arahnya mengikuti pola struktur regional Pulau Sumatera. Sesar normal dengan dimensi lebih kecil dijumpai berarah relatif Timurlaut-Baratdaya dan biasanya memotong unsur struktur utama yang berarah Baratlaut-Tenggara sehingga disimpulkan terbentuk lebih kemudian.

Struktur lipatan memiliki dimensi lebih kecil dan umumnya berarah relatif Baratlaut-Tenggara dan Barat-Timur.

### **Potensi Endapan Bitumen Padat**

Formasi yang berpotensi sebagai pembawa bitumen padat diperkirakan adalah Formasi Lahat, Formasi Talangakar, Formasi Airbenakat dan Formasi Muaraenim.



Namun penyelidikan lebih difokuskan terhadap Formasi Lahat (Eosen-Oligosen) dan Formasi Talangakar (Eosen-Miosen). Dasarnya adalah lingkungan pengendapan (*fluvio-lacustrin*) dan umur (sekitar Eosen – Oligosen) dari kedua formasi tersebut yang lebih berpotensi untuk pembentukan endapan bitumen padat.

Kegiatan pemetaan lapangan telah menemukan 39 singkapan batuan terindikasi bitumen padat dan batuan lain. Endapan bitumen padat umumnya ditemukan sebagai batuan serpih atau serpih lempungan, berwarna kelabu gelap – coklat tua kehitaman, jika dibakar tercium aroma khas minyak, kadang-kadang menyala dengan aroma khas minyak yang lebih kuat. Bentuk fisik lapisan dapat berupa sisipan-sisipan tipis atau laminasi-laminasi dalam batuan lempung atau juga berupa perlapisan yang homogen dengan ketebalan beberapa meter. Hasil pengamatan lapangan ditabulasikan pada tabel 4.

Dari hasil analisis *retort* conto batuan di laboratorium ternyata tidak semua conto terdeteksi mengandung minyak, demikian juga hasil analisis TOC menunjukkan beberapa conto menghasilkan nilai TOC nihil atau tidak terdeteksi. Penyebabnya tidak diketahui apakah pengaruh proses pengerjaan di laboratorium atau faktor lainnya. Namun berdasarkan hasil analisis laboratorium

ini disimpulkan lapisan yang terdeteksi mengandung minyak hanya pada lapisan T2 dan T3 pada Formasi Talangakar, sehingga penghitungan potensi sumber daya minyak hanya dilakukan pada kedua lapisan tersebut.

### Kualitas Bitumen Padat

Analisis laboratorium dari conto bitumen padat meliputi analisis *retorting*, TOC (*Total Organic Carbon*), *source rock analyzer* dan petrografi organik dan hasilnya disarikan pada tabel 5, tabel 6, tabel 7 dan tabel 8.

Dari tabel 8, hasil analisis TOC dari 14 conto memperlihatkan 3 (tiga) conto PT-37, PT-31 dan PT-20 masing-masing adalah 12,90 %; 8,73 % dan 3,76 % - 8,39 %, untuk PT-20 dilakukan 2X analisis dengan bagian conto yang berbeda. Tampak bahwa nilai TOC ketiga conto tersebut (> 2%) sehingga dapat diklasifikasikan berpotensi baik – istimewa (Waples, 1985) atau sangat baik (Peters, 1986) sebagai batuan induk minyak dan gas bumi.

Enam conto PT-07, PT-11, PT-12, PT-23, PT-24 dan PT-33 memiliki nilai TOC < 0,5 % yaitu masing-masing 0,02 %, 0,01 %, 0,01 %, 0,06 %; 0,01 % dan 0,34 %, atau diklasifikasikan sebagai tidak berpotensi (Waples, 1986). Sedangkan 5 (lima) conto lainnya kandungan TOC nya tidak terdeteksi. Hasil analisis *retort* menunjukkan ada kesebandingan antara nilai TOC dan

kandungan minyak. Tiga conto dengan nilai TOC sangat baik yaitu PT-37, PT-31 dan PT-20 masing-masing mengandung minyak 50 l/ton, 50 l/ton dan 15 l/ton. Conto-conto lain yang dianalisis kandungan minyaknya tidak terdeteksi.

Dari tabel 6, Hasil analisis *source rock analyzer* tampak tiga conto yaitu PT-07, PT-11 dan PT-12 memiliki TOC < 0,5 %; S1 < 0,5; S2 < 2,5; sehingga dikategorikan sebagai *poor potential* batuan induk. Conto PT-20 menunjukkan TOC 3,76 % atau antara 2-4 %, S1 <0,5 %; S2 11,70 %, termasuk ke dalam batuan induk yang berpotensi sangat bagus (Peter and Cassa,1994).

Hasil pengukuran temperatur puncak pembentukan hidrokarbon (Tmax) menunjukkan conto PT-07, PT-11 dan PT-20 dengan Tmax masing-masing 422,1 °C; 423,2 °C dan 432,5 °C berada pada tingkat *immature* sedangkan conto PT-12 dengan Tmax 443,8 °C menunjukkan tingkat *early mature*.

Untuk mengetahui tipe kerogen dan hubungannya dengan pembentukan minyak dan gas dilakukan penghitungan Hidrogen Index (HI) dan Oksigen Index (OI), lihat tabel 7. dan diagram 01.

Dari tabel 8, hasil analisis petrografi organik dari 3 (tiga) conto mengandung minyak (PT-20, PT-31 dan PT-37). Berdasarkan nilai Vitritinit

reflektansi pada PT-20 dan PT-37 menunjukkan tingkat yang *immature* dalam hubungannya dengan pembentukan minyak (Dow, 1977 ; Senftle and Landis, 1991, lihat tabel 5). Pada conto PT-20 dan PT-31 tampak bahwa komposisi maseral liptinit cukup dominan dengan perbandingan liptinit>vitritinit>inertinit, sedangkan pada conto PT-37 komposisi liptinit masih cukup signifikan walaupun vitritinit lebih dominan dengan perbandingan vitritinit>liptinit=inertinit.

### Sumber Daya Bitumen Padat

Penghitungan sumber daya bitumen padat dilakukan terhadap lapisan bitumen padat **yang memiliki kandungan minyak**. Penghitungan diperoleh dari data lapangan dan data laboratorium. Data lapangan yang diperlukan adalah ketebalan, kemiringan dan panjang sebaran lapisan, sedangkan data laboratorium yang diperlukan adalah berat jenis bitumen padat (*Specific Gravity*, SG).

Berdasarkan klasifikasi sumberdaya bitumen padat dari tim penyusunan pedoman teknis eksplorasi sumberdaya bitumen padat (Direktorat Sumber Daya Mineral, DSM, 2004), sumber daya bitumen padat di daerah Pegunungan Tigapuluh Selatan dapat dikelompokkan kedalam sumber daya terduga (*inferred resource*) dan sumberdaya hipotetik (*Hypothetical*

*resource*), kriteria perhitungan adalah sebagai berikut :

### Sumber Daya Tereka

- Tebal lapisan batubara yang dihitung adalah tebal terukur dari lokasi bitumen padat pada titik informasi.
- Panjang sebaran ke arah jurus atau jarak terjauh dari titik informasi terluar dibatasi sampai jarak 1.000 m atau dibatasi sampai bidang sesar bila belum mencapai jarak 1000 m..
- Besar sudut kemiringan lapisan yang dipakai adalah besar sudut kemiringan yang terukur pada masing-masing titik informasi.
- Apabila besar sudut kemiringan pada titik informasi kurang jelas maka digunakan sudut kemiringan dari titik informasi lain yang terdekat.
- Lebar yang dihitung ke arah kemiringan dibatasi sampai kedalaman 100 m, rumus yang digunakan untuk menghitung lebar adalah  $L = 100/\sin\alpha$  (  $L$  = lebar; 100 = batas kedalaman sampai 100 m;  $\alpha$  = besar sudut kemiringan lapisan bitumen padat ).
- Berat jenis yang digunakan adalah berat jenis dari hasil analisis, dengan catatan apabila

berat jenis di titik informasi tidak diketahui, digunakan berat jenis dari titik informasi lain yang terdekat.

- Rumus untuk menghitung sumberdaya adalah :  
Sumberdaya = Panjang (m) x Tebal (m) x Lebar (m) x Berat Jenis ( ton/m<sup>3</sup>).

### Sumber Daya Hipotetik

- Tebal lapisan bitumen padat yang dihitung adalah tebal rata-rata.
- Panjang sebaran ke arah jurus adalah panjang sebaran yang diperkirakan sejauh keyakinan geologi.
- Lebar yang dihitung ke arah kemiringan dibatasi sampai kedalaman 100 m dengan besar sudut kemiringan yang dihitung adalah sudut kemiringan rata-rata.
- Berat jenis yang dihitung adalah berat jenis rata-rata dari hasil analisis.
- Rumus untuk menghitung sumberdaya adalah :  
Sumberdaya = Panjang (m) x Tebal (m) x Lebar (m) x Berat Jenis ( ton/m<sup>3</sup>).

Berdasarkan jarak titik informasi dan sejumlah kriteria tersebut di atas maka sumber daya lapisan T-2 dapat diklasifikasikan sebagai sumber daya

hipotetik dan sumber daya lapisan T-3 diklasifikasikan sebagai sumber daya tereka.

Hasil perhitungan sumber daya bitumen padat ditabulasikan pada tabel 9 dan table 10.

Berdasarkan tabel perhitungan tersebut diperoleh jumlah sumberdaya bitumen padat di daerah ini adalah **23.597.460 ton** batuan serpih mengandung minyak yang terdiri atas **16.405.200 ton sumber daya hipotetik** dan **7.192.260 ton sumber daya tereka**.

### Sumber Daya Minyak

Disamping penghitungan sumber daya endapan bitumen padat yang berupa batuan serpih, potensi minyak yang terkandung pada batuan tersebut dapat dikonversikan sebagai sumber daya minyak (*Hydrocarbon Resources*, HCR), satuannya adalah barrel, dimana 1 barrel setara dengan 159 liter.

Rumus yang dipakai untuk menghitung sumber daya minyak adalah :

$$\text{HCR} = \frac{\text{OSR (ton)} \times \text{HC (liter/ton)}}{159 \text{ barrel}}$$

#### Keterangan :

**HCR** = Hydrocarbon Resources atau sumber daya minyak, barrel

**OSR** = Oil Shale Resources atau sumber daya bitumen padat, ton

**HC** = Hydrocarbon Content atau kandungan minyak, liter/ton

Dalam penghitungan sumber daya minyak yang terkandung dalam batuan serpih harus dinyatakan pada kondisi kandungan airnya (*moisture*) adalah nol atau dalam istilah lain dinyatakan sebagai *LTOM* atau *Liters per Tonnne at zero Moisture*, dimaksudkan agar kandungan minyak dalam setiap endapan bitumen padat dihitung pada kondisi yang standar sehingga mudah membandingkannya untuk setiap lapisan, antar suatu formasi batuan atau cekungan.

Rumus untuk mendapatkan nilai LTOM adalah :

$$\text{LTOM} = 100/[100-\text{MC}(\text{ar})] \times \text{HC}(\text{ar})$$

#### Keterangan :

LTOM = *Liters per Tonne at Zero Moisture*, kandungan minyak pada nol persen air, liter/ton

HC = *Hydrocarbon Content*, kandungan minyak, liter/ton

MC = *Moisture Content*, Kandungan air, dari liter/ton dikonversikan ke dalam persentase berat.

Dari perhitungan di atas diperoleh sumber daya minyak di daerah Pegunungan Tigapuluh Selatan dengan tingkat penyelidikan yang dilakukan saat ini berjumlah **7.366.398,39 barrel**.

## Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan

Ditinjau dari aspek potensi minyak, sumber daya bitumen padat dan infra struktur jalan, Formasi Talangakar di daerah ini dapat dipertimbangkan untuk diselidiki lebih lanjut dengan pemetaan yang lebih rinci, pemboran singkapan dan percontohan yang lebih sistematis. Dengan demikian diharapkan akan diperoleh data dan informasi yang lebih akurat, baik dari urutan stratigrafi, jumlah dan penyebaran lapisan maupun kandungan minyak dari endapan bitumen padat.

Disamping itu disarankan juga menyelidiki wilayah di sebelah baratdaya daerah penyelidikan yaitu daerah Lubuk Mandarsah dan sekitarnya, keberadaan Formasi Talangakar yang dikenal sebagai *source rock* minyak bumi yang potensial melampar cukup luas di wilayah tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Dari beberapa formasi batuan berumur Tersier yang berpotensi pembawa bitumen padat ternyata yang cukup potensial adalah Formasi Talangakar
- Dari 4 (empat) lapisan terindikasi bitumen padat pada Formasi Talangakar, 2 (dua) lapisan (T-2

dan T-3) memiliki potensi minyak sangat baik, sedangkan dua lapisan (T-1 dan T-4) potensinya kurang baik.

- Hasil analisis laboratorium, 3 conto (PT-37, PT-31 dan PT-20), mempunyai nilai TOC 12,90%; 8,73 % dan 3,76 % - 8,39% (tergolong kategori sangat baik sebagai *source rock*), kandungan minyak masing-masing 50 l/ton, 50 l/ton dan 15 l/ton.
- Jumlah sumber daya bitumen padat adalah **23.597.460 ton** batuan serpih mengandung minyak yang terdiri atas **16.405.200 ton sumber daya hipotetik** dan **7.192.260 ton sumber daya tereka**. Bila dikonversikan menghasilkan sumber daya minyak sebesar **7.366.398,39 barrel**.

### Saran

- Formasi Talangakar di daerah ini dapat dipertimbangkan untuk diselidiki lebih lanjut dengan pemetaan yang lebih rinci, pemboran singkapan dan percontohan yang lebih sistematis.

Diarankan menyelidiki wilayah di sebelah baratdaya daerah penyelidikan yaitu daerah Lubuk Mandarsah dan sekitarnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Darman, H., dkk., 2000,** *An Outline Of The Geology of Indonesia*, IAGI.
- De Coster, G.H., 1974,** *The Geology of the Central and South Sumatera Basin*, Indonesia Petroleum Association, 3 rd Ann. Conv, Proceeding.
- Hutton, A.C., Kantsler, A.J., Cook, A.C., 1980,** *Organic Matter in Oil Shales*, APEA J.,20 : 44-67
- Hutton, A.C, 1987,** *Petrographic Classification of Oil Shales*, International Journal of Coal Geology, 203-231, Amsterdam
- Shell Mijnbouw, 1978,** *Explanatory Notes to the Geological Map of the South Sumatera Coal Province*, Exploration report
- Simanjuntak, dkk., 1994,** Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera, Puslitbang Geologi, Bandung
- Suseno, P.H., dkk., 1992,** *Contribution of Lahat Formation As Hydrocarbon Source Rock in South Palembang Area, South Sumatera, Indonesia*, Proceedings Indonesian Petroleum Association Twenty First Annual Convention, October 1992, Hal. 325-337.
- Tim Kajian Bitumen Padat, 2003,** Kajian Terpadu Cekungan Pengendapan Bitumen Padat di Indonesia, Dit. Inventarisasi Sumber Daya Mineral.
- Yen, T.F., and Chilingarian, G.V., 1976,** *Oil Shale*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam–Oxford–New York.

Tabel 1. Klasifikasi Potensi Endapan Bitumen Indonesia berdasarkan kandungan minyak  
(Tim DSM, 2003)

No.	Kandungan Minyak (l/ton)	Potensi
1	$\geq 10 - > 248$	Sedang - tinggi
2	$< 10$	Rendah
3	?	Berpotensi mengandung minyak

Tabel 2. Klasifikasi Kandungan Karbon Organik (TOC) dengan potensi source rock minyak  
(Peters, 1986)

No.	Kuantitas	TOC (% berat)
1	Poor	0,5
2	Fair	0,5 – 1,0
3	Good	1,0 – 2,0
4	Very good	$\triangleright 2,0$

Tabel 3. Hubungan nilai Reflektansi Vitrit dengan proses pembentukan minyak dan gas (Dow, 1977 ; Senftle and Landis, 1991)

Oil-Prone Generation		Gas-Prone Generation	
Generation Stage	Rv (%)	Generation Stage	Rv (%)
Immature	$<0,6$	Immature	$<0,8$
Early oli	0,6-0,8	Early gas	0,8-1,0
Peak oil	0,8-1,0	Peak gas	1,2-2,0
Late oil	1,0-1,35	Late gas	$>2,0$
Wet gas	1,35-2,0		
Dry gas	$>2,0$		

Tabel 4. Lapisan Terindikasi Bitumen Padat

Formasi	Lapisan Terindikasi Bit. Padat	Singkapan	Ketebalan rata-rata (m)
Lahat	L-1	PT-07, PT-12	5,50
	L-2	PT-22	2,00
Talangakar	T-1	PT-03 A , PT-04, PT-02	7,50
	T-2	PT-06, PT-10, PT-34, PT-35, PT-37, PT-13,	2,40
	T-3	PT-32, PT-31, PT-30, PT-20, PT-19, PT-21, PT-18	2,40
	T-4	PT-27, PT-24	18,00

Tabel 5. Hasil analisis TOC, kandungan minyak dan kandungan air

No.	Conto	TOC (%)	KM (l/ton)	KA (l/ton)	Lapisan
1	PT-37	12,90	50	100	T-2
2	PT-31	8,73	50	80	T-3
3	PT-20	3,76 - 8,39	15	100	T-3
4	PT-23	0,06	-	64	-
5	PT-24	0,01	-	41	T-4
6	PT-33	0,34	-	100	-
7	PT-07	0,02	-	24	L-1
8	PT-11	0,01	-	21	-
9	PT-12	0,01	-	43	L-1

Keterangan : KM : Kandungan Minyak. KA : Kandungan Air

Tabel 6. Hasil analisis *Source Rock Analyzer*

No.	Conto	S1 (mg/g)	S2 (mg/g)	S3 (mg/g)	TOC (%)	Tmax (°C)
1	PT-07	0,06	0,11	0,43	0,02	422,1
2	PT-11	0,04	0,11	0,24	0,01	423,2
3	PT-12	0,04	0,12	0,25	0,01	443,8
4	PT-20	0,39	11.70	1,73	3,76	432,5



## PEMBORAN DALAM DAN EVALUASI PENGEBORAN CBM DI LAHAT PROVINSI SUMATERA SELATAN

**Untung Triono dan Sigit A. Wibisono**

Kelompok Penyelidikan Energi Fosil

### Abstract

Deep drilling and CBM measurement were executed at Merapi village, Lahat Regency, South Sumatera Province in South Sumatera Basin. Drilling target on Muaraenim Formation with 500 m total depth and found 12 coal seam with various thickness between 0,60- 22,00 m. Total coal hypothetical resources are 136,236,133.3 tons for 300 m down dip. CBM resources in this investigation area are 6,261,983,378 ft<sup>3</sup>. Coal layer configuration are sinclinal and anticlinal with east to west direction and plunging to the west.

### Sari

Pemboran dalam dan pengukuran gas metana batubara di dilaksanakan di desa merapi, Kabupaten Lahat. Provinsi Sumatera selatan dengan sasaran Formasi Muara Enim di Cekungan Sumatera Selatan, dari hasil pemboran sedalam 500 m diketahui terdapat 12 lapisan batubara dengan sumberdaya hipotetik sebesar 136.236.133,30 ton batubara dan gas metana batubara sebesar 6.261.983.378,00 ft<sup>3</sup>. Pola penyebaran batubara di wilayah ini membentuk struktur sinklin dan antiklin dengan arah barat-timur dan menujam kearah barat.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Endapan batubara di Indonesia cukup melimpah sehingga menjadi perhatian banyak kalangan terutama para investor, namun batubara yang menjadi perhatian tersebut adalah untuk tambang terbuka, yaitu yang terdapat antara permukaan sampai 100 m dibawah permukaan. Sedangkan batubara yang terdapat pada

kedalaman lebih dari 100 m masih belum terinventarisir secara sistimatis, bahkan masih banyak yang belum terinventarisir. Sehubungan dengan masalah tersebut maka Badan Geologi dalam hal ini Pusat Sumber Daya Geologi mencoba melakukan pendataan endapan batubara yang terdapat pada kedalaman lebih dari 100 m. Daerah yang dipilih untuk dilakukan pendataan adalah Daerah Lahat, Provinsi

Sumatera Selatan, yang termasuk kedalam Cekungan Sumatera Selatan.

Kegiatan yang akan dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi menggunakan alat pemboran yang dibiayai oleh DIPA tahun anggaran 2012.

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud kegiatan “pemboran dalam” batubara adalah untuk mendapatkan data endapan batubara pada kedalaman lebih dari 100 m yang meliputi kualitas, kuantitas, dan kandungan gas dalam batubara.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengetahui potensi batubara pada kedalaman lebih dari 100 m sampai kebawahnya lagi, sehingga bisa dijadikan bahan evaluasi untuk zonasi tambang dalam, serta untuk studi kandungan dan kualitas gas methane didalam batubara atau coal bed methane (CBM).

### **Lokasi Kegiatan dan Kesampaian Daerah**

Daerah yang diselidiki termasuk dalam Desa Muara Lawai, Kecamatan Merapi, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan.

Secara geografis daerah ini terletak diantara koordinat 03030'00" - 03045'00" Lintang Selatan dan 103030'00" – 103045'00" Bujur Timur, sedangkan berdasarkan survei

penentuan titik bor, koordinat titik bor terletak pada koordinat 03039,47'47" Lintang Selatan dan 103043'48,1" Bujur Timur.

Lokasi tersebut terletak sekitar 2 km ke arah utara jalan raya Lahat – Muara Enim. Untuk mencapai lokasi penyelidikan dari Palembang dapat digunakan kendaraan roda empat atau roda dua melalui Prabumulih (Gambar 1).

### **GEOLOGI UMUM**

Informasi geologi regional daerah penyelidikan antara lain diperoleh dari publikasi Peta Geologi Lembar Lahat, Sumatera Selatan, skala 1: 250.000 terbitan Puslitbang Geologi Bandung (Gafoer, S., dkk, 1986); De Coster (1974) ; Shell Mijnbouw (1978) dan beberapa publikasi lain.

Secara geologi regional daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan. Dalam tatanan tektonik Pulau Sumatera cekungan ini merupakan backdeep basin atau cekungan pendalaman belakang (Koesoemadinata dan Hardjono, 1978). Cekungan Sumatera Selatan diperkirakan mulai terbentuk pada Eosen Tengah sampai Oligosen Akhir akibat pensesaran bongkah dan perluasan batuan dasar Pra Tersier melalui sesar-sesar berarah Timurlaut – Baratdaya dan Baratlaut – Tenggara

akibat adanya tekanan yang berarah Utara – Selatan (de Coster,1974; Simanjuntak, 1991).

Cekungan Sumatera Selatan dibagi menjadi Sub Cekungan Jambi (Depresi Jambi) di utara, Sub Cekungan Palembang Tengah dan Sub Cekungan Palembang Selatan (Depresi Lematang) di selatan. Ketiga sub cekungan tersebut dipisahkan oleh tinggian batuan dasar (High). Lembar Lahat termasuk Sub Cekungan Palembang Selatan.

### **Stratigrafi**

Stratigrafi Lembar Lahat tersusun oleh kelompok batuan Pra Tersier dan seri batuan Tersier. Batuan Pra Tersier terdiri atas batuan ubahan batugamping dan batuan beku (diorit ?) berumur Perm dan batuan terobosan mikrodiorit berumur Kapur Akhir.

Batuan Tersier terbagi atas dua kelompok yaitu Kelompok Telisa dan Kelompok Palembang. Dari runtunan litologinya tampak bahwa Kelompok Telisa terdiri atas sedimen yang terbentuk pada fase genang laut (transgresi) sedangkan Kelompok Palembang terbentuk pada fase susut laut (regresi). Kelompok Telisa terdiri atas Formasi Lahat (tak tersingkap, diperoleh dari data bawah permukaan), Formasi Talangakar dan Formasi Gumai sedangkan Kelompok Palembang terdiri atas Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim dan

Formasi Kasai. Pada Zaman Kuarter endapan yang terutama adalah endapan gunung api.

Formasi Talangakar merupakan satuan batuan tertua yang tersingkap di Lembar Lahat. Formasi ini diendapkan pada awal fase genang laut, litologinya tersusun oleh batupasir halus - konglomeratan, batulanau, batulempung gampingan dan serpih. Formasi Talangakar diperkirakan berumur Oligosen – Miosen Awal dan diendapkan di lingkungan darat - laut dangkal. Formasi Gumai menindih selaras Formasi Talangakar, litologinya tersusun oleh batulempung dan serpih dengan sisipan batugamping, batulanau, batupasir. Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Awal – Miosen Tengah dan diendapkan di lingkungan laut terbuka – neritik. Pengendapan Formasi Gumai merupakan puncak dari fase genang laut dan setelah ini dimulai tahap awal fase susut laut dengan pengendapan Formasi Airbenakat.

Formasi Airbenakat tersusun oleh perselingan batulempung, serpih dan batulanau, bersisipan batupasir. Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir dan diendapkan di lingkungan laut dangkal.

Formasi Muaraenim diendapkan selaras di atas Formasi Airbenakat. Formasi ini tersusun oleh batulempung dan batulanau tufaan bersisipan

batubara. Umur formasi ini diperkirakan Miosen Akhir – Pliosen dan diendapkan di lingkungan laut dangkal – transisi. Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa batubara utama di Cekungan Sumatera Selatan. Shell (1978) membagi Formasi Muaraenim atas 4 (Empat) anggota yaitu : M1, M2, M3 dan M4. Pembagian tersebut didasarkan atas keberadaan lapisan batubara tertentu pada masing-masing anggota tersebut (Gambar 2).

### **Struktur Geologi**

Secara umum sebaran formasi batuan di Lahat membentuk lipatan berupa sinklin dan antiklin yang sumbunya berarah baratlaut-tenggara sampai barat – timur.

Umumnya struktur sesar yang terdapat di Lahat adalah sesar normal yang berarah barat laut – tenggara hingga barat – timur yang mempengaruhi batuan berumur Oligosen – Miosen Tengah, sedangkan pada batuan berumur Miosen – Plio-Plistosen sesar umumnya berarah timurlaut – baratdaya dan utara – selatan.

### **Indikasi Batubara**

Cekungan Sumatera Selatan telah dikenal luas sebagai cekungan batubara potensial dengan Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa batubara utamanya.

Berdasarkan penyelidikan Shell (1978) formasi ini dibagi atas empat anggota, dari bawah ke atas yaitu Anggota M1, M2, M3 dan M4. Tiap anggota mengandung beberapa lapisan batubara dan batas antar anggota ditentukan oleh alas (floor) atau puncak (top) dari lapisan batubara tertentu.

Secara umum Anggota M1 mengandung dua lapisan batubara atau seam yang dinamakan Keladi dan Merapi. Anggota M2 mengandung tiga lapisan batubara yaitu Petai, Suban, Mangus (pada beberapa lokasi dapat dibedakan atas Mangus 1 dan Mangus 2). Anggota M3 mengandung dua lapisan batubara yaitu Burung dan Benuang. Anggota M4 mengandung empat lapisan batubara yaitu Kebon, Benakat/Enim, Lematang/Jelawatan dan Niru. Disamping lapisan-lapisan batubara tersebut di atas pada beberapa anggota sering terdapat beberapa lapisan batubara relatif tipis dan tidak menerus yang dinamakan lapisan-lapisan gantung.

Anggota M1 bagian bawahnya dibatasi oleh alas dari lapisan Keladi dan batas atas adalah alas dari lapisan Petai. Anggota M2 batas bawahnya adalah alas lapisan Petai dan batas atasnya puncak lapisan Mangus. Anggota M3 batas bawah adalah puncak lapisan Mangus dan batas atas adalah alas lapisan Kebon. Anggota M4 batas bawahnya alas lapisan Kebon dan

batas atas adalah puncak lapisan Niru. Keberadaan anggota maupun lapisan-lapisan batubara tersebut di atas tidak selalu dijumpai secara lengkap pada setiap tempat pada sekuen Formasi Muaraenim di Cekungan Sumatera Selatan, hal ini tergantung pada kondisi pengendapan, posisi pada cekungan dan aspek geologi lainnya.

Formasi Muaraenim di daerah Kabupaten Lahat dan sekitarnya berdasarkan penyelidikan terdahulu (Shell, P.T. Bukit Asam, NEDO) mengandung lapisan-lapisan batubara yang cukup lengkap pada Anggota M1, M2, M3 dan M4. Ditinjau dari segi dimensi, jumlah dan distribusi lapisan, kedudukan, struktur perlapisan maupun jenis dan kualitas batubara diperkirakan cukup baik dan potensial. Berdasarkan faktor-faktor tersebut endapan batubara di daerah ini dinilai layak untuk diselidiki dengan pemboran dalam baik untuk mengetahui potensi endapan batubara pada kedalaman > 100 m maupun untuk mengetahui potensi kandungan gas methane dalam lapisan batubaranya.

## **KEGIATAN PENYELIDIKAN**

### **Penyelidikan Lapangan**

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Kegiatan pengumpulan data sekunder daerah yang diselidiki dilakukan sebelum dimulai kegiatan

lapangan. Data sekunder batubara daerah Lahat diperoleh dari berbagai sumber seperti Spruyt (1956), De Coster (1974), Shell Mijnbouw (1978), S. Gafoer dkk (1986) dan penyelidikan dari beberapa perusahaan pertambangan batubara termasuk P.T. Bukit Asam yang tidak dipublikasikan.

Spruyt (1956) dan de Coster (1974) telah menyusun dan memberikan penamaan pada stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan. Tatanama yang dipakai kedua penulis tersebut sering menjadi acuan bagi para penulis berikutnya.

Shell Mijnbouw (1978) secara luas telah menyelidiki endapan batubara Formasi Muaraenim pada Cekungan Sumatera Selatan, antara lain dengan metoda pemboran dan pengukuran seismik. Dari hasil penyelidikan tersebut mereka membagi Formasi Muaraenim atas 4 (empat) Anggota yaitu dari tua ke muda : M1, M2, M3 dan M4, pembagian ini didasarkan atas keberadaan lapisan-lapisan batubara yang terkandung pada formasi tersebut.

S. Gafoer dkk. (1986) telah melakukan kompilasi dan penyelidikan geologi di daerah Lahat dan sekitarnya, Provinsi Sumatera Selatan. Hasilnya diterbitkan dalam publikasi Peta Geologi Lembar Lahat, Sumatera, skala 1 : 250.000, terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung. Informasi mengenai geologi

daerah penyelidikan terdapat dalam publikasi tersebut.

Penyelidikan yang dilakukan oleh beberapa perusahaan batubara diantaranya adalah penyelidikan oleh P.T. Bukit Asam (PTBA) di daerah Air Laya dan sekitarnya, Tanjung Enim, Kabupaten Muaraenim, Provinsi Sumatera Selatan. Data penyelidikan PTBA tersebut dengan seizin dan rekomendasi mereka dipakai sebagai acuan dalam penentuan lokasi bor pada penyelidikan ini.

Badan Pengembangan Energi Baru dan Teknologi Industri Jepang (New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO) dalam rangka kerjasama dengan Pusat Sumber Daya Geologi juga telah melakukan kompilasi dan evaluasi endapan batubara di Cekungan Sumatera Selatan baik data yang berasal dari pemerintah maupun perusahaan swasta. Hasil kompilasi dan evaluasi dari NEDO termasuk yang dipakai sebagai referensi dalam penyelidikan ini.

### **Pengumpulan Data Primer**

Data primer diperoleh dari hasil kegiatan lapangan, yaitu dari hasil pemetaan geologi, dan pemboran inti. Data yang diperoleh dari pemetaan geologi diantaranya adalah data jurus dan kemiringan lapisan batubara yang tersingkap, data ketebalan, data

koordinat lokasi singkapan dan data-data lain dipermukaan. Data yang diperoleh dari pemboran diantaranya adalah data litologi bawah permukaan, data ketebalan litologi bawah permukaan dan data kemiringan lapisan batuan dibawah permukaan.

Conto batubara diperoleh dari hasil pemboran inti yang sebagian dimasukkan kedalam canister untuk keperluan analisis kandungan gas. Conto yang lainnya dimasukkan kedalam kantong conto untuk keperluan analisis proksimat, petrografi dan isotherm.

### **Analisis Laboratorium**

Analisis laboratorium terbagi kedalam dua kegiatan, yaitu analisis yang dilakukan di laboratorium lapangan dan analisis yang dilakukan di laboratorium yang bukan di lapangan.

Analisis yang dilakukan di laboratorium lapangan adalah analisis kandungan gas dan komposisi gas, conto yang dianalisis berasal dari conto batubara dalam canister. Analisis yang dilakukan di laboratorium yang bukan di lapangan adalah analisis proksimat, petrografi dan isotherm.

### **Pengolahan Data**

Data yang diperoleh dari hasil kegiatan langsung di lapangan dikompilasikan dengan data sekunder, sehingga gambaran daerah yang diselidiki semakin jelas. Selanjutnya

data hasil kompilasi tersebut disusun dan dituangkan dalam bentuk tabel atau gambar. Kemudian dilakukan rekonstruksi dan dievaluasi, sehingga akhirnya diperoleh suatu kesimpulan.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Geologi Daerah Penyelidikan

#### Morfologi

Berdasarkan aspek morfologi daerah penyelidikan dapat dikelompokkan sebagai satuan morfologi Perbukitan Berlereng Landai.

Satuan Perbukitan Berlereng Landai menempati hampir seluruh daerah penyelidikan yang disusun oleh batuan sedimen dari Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai, dimana lahan disekitar kegiatan ini umumnya dijadikan wilayah perkebunan. Pola aliran sungai yang terdapat di wilayah penyelidikan membentuk pola pengaliran sub dendritik, dengan erosi vertikal tidak terlalu kuat.

#### Stratigrafi

Daerah Merapi Kabupaten Lahat merupakan bagian dari sebaran batubara Tanjungenim, oleh karena itu stratigrafi daerah Merapi Kabupaten Lahat mengacu pada stratigrafi Daerah Tanjungenim wilayah PT Bukit Asam.

Stratigrafi daerah penyelidikan ditempati oleh dua formasi batuan, yaitu Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai.

Formasi Muaraenim ini secara stratigrafi diendapkan selaras di atas Formasi Airbenakat, dimana Formasi Airbenakat tidak tersingkap di wilayah penyelidikan. Formasi Muaraenim tersusun oleh batulempung dan batulanau tufaan bersisipan batubara. Umur formasi ini diperkirakan Miosen Akhir – Pliosen dan diendapkan di lingkungan laut dangkal – transisi. Formasi Muaraenim merupakan formasi pembawa batubara utama di Cekungan Sumatera.

Formasi Kasai menindih selaras Formasi Muaraenim, litologinya terdiri atas tufa, tufa pasiran dan batupasir tufaan. Formasi ini diperkirakan berumur Plio-Plistosen dan diendapkan di lingkungan darat.

#### Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan ini adalah struktur perlapisan batuan berupa perlipatan yang membentuk pola sinklin dan antiklin. Berdasarkan pengukuran perlapisan batuan didapat arah jurus tenggara – barat laut hingga barat – timur dengan kemiringan relatif utara - selatan membentuk sudut berkisar antara  $25^{\circ}$  -  $27^{\circ}$  dan kemiringan lapisan batuan ini makin keselatan semakin landai.

## Potensi Endapan Batubara dan Gas Metana Batubara (GMB)

### Hasil Pemetaan Geologi

Kegiatan pemetaan geologi difokuskan untuk menentukan lokasi titik bor di lapangan.

Acuan yang digunakan untuk menentukan lokasi titik bor adalah singkapan batubara dan data-data dari hasil penyelidikan terdahulu. Di daerah Merapi Kabupaten Lahat tidak terlalu sulit untuk menemukan batubara yang tersingkap dipermukaan, karena wilayah penyelidikan merupakan wilayah lanjutan sebaran batubara dari PT Bukit Asam yang merupakan perusahaan tambang batubara di Tanjungenim. Singkapan batubara banyak ditemukan pada alur-alur sungai yang merupakan anak-anak Sungai Lematang. Data singkapan batubara dan batuan lainnya yang teramati di lapangan dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan kompilasi antara hasil pemetaan geologi dan data dari penyelidikan terdahulu, menunjukkan bahwa perlapisan batuan di daerah Muara Lawai, Kecamatan Merapi Kabupaten Lahat membentuk perlapisan antiklin – sinklin dengan sudut kemiringan berkisar antara  $15^{\circ}$ - $27^{\circ}$ .

### Hasil Pemboran

Pemboran yang dilakukan

didaerah Muara Lawai, Kecamatan Merapi, Kabupaten Lahat adalah pemboran inti dengan sistem wireline, peralatan yang digunakan adalah 1 (satu) unit mesin bor Atlas Copco dengan seluruh perlengkapan penunjangnya.

Menentukan lokasi titik bor didaerah ini relatif tidak terlalu sulit, karena selain kondisi topografi yang relatif bergelombang landai, lahan yang dipergunakan untuk pengeboran relatif jauh dari pemukiman. Lokasi titik bor yang dipilih adalah dipinggir jalan kegiatan eksplorasi tambang yang termasuk kedalam wilayah Muara Lawai, Kecamatan Merapi, Kabupaten Lahat, oleh karena itu lokasi pemboran tersebut dinamakan lokasi BML-01.

Dari hasil pemboran yang mencapai kedalaman sekitar 500 m, jumlah lapisan batubara yang tertembus oleh bor sebanyak 12 lapisan, dengan ketebalan berkisar antara 0,60 m – 22,00 m.

Litologi yang ditembus oleh pemboran di bagian atas ( 0 m – 157,40 m) adalah Formasi Kasai yang umumnya terdiri dari perlapisan batupasir dan batulempung tufaan. Dari kedalaman 157,40 – 500,00 m merupakan Formasi Muaraenim yang terdiri dari batulempung berwarna abu-abu tua kecoklatan sisipan batupasir halus dan batubara (Tabel 2).



### **Hasil Analisis Proksimat dan Nilai Kalori**

Berdasarkan hasil analisis proksimat dan nilai kalori, kualitas batubara daerah Muara Lawai, Kecamatan Merapi, Kabupaten Lahat adalah seperti terlihat pada tabel 3.

Angka kualitas batubara pada tabel 3 menunjukkan bahwa batubara daerah Muara Lawai, Kecamatan Merapi Kabupaten Lahat termasuk kedalam batubara peringkat rendah (low rank coal). Nilai kalori batubara Daerah Muara Lawai Kecamatan Merapi relatif rendah, hal ini disebabkan oleh kandungan abu yang cukup besar (> 10%) bahkan hingga 54,65 % menyebabkan kualitas kalori menjadi rendah, demikian juga dengan kandungan air > 25% sangat mempengaruhi nilai kalori. Kandungan abu serta kandungan air yang relatif besar berpengaruh pula terhadap kandungan gas.

### **Hasil Analisis Petrografi**

Analisis petrografi organik dilakukan terhadap 41 (empat puluh satu) contoh yang diambil dari core hasil pemboran. Contoh yang dianalisis terdiri dari batubara dan lempung batubaraan atau coaly shale. Komposisi maseral dan material mineral hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4, sedangkan kisaran dan rata-rata (mean) nilai reflektan vitrinit dari 25 pengukuran dapat dilihat

pada tabel 5.

Di tabel 4 terlihat kandungan organik (maseral) pada contoh LHT-14 dan LHT-15 kurang dari 10 %, dan pada contoh LHT-09 kurang dari 40% dimana yang dominan adalah mineral lempung, menunjukkan bahwa ke tiga contoh tersebut bukan merupakan batubara, akan tetapi merupakan lempung batubaraan (LHT-14 dan LHT-15) dan batubara lempungan (LHT-09).

Di tabel 5 secara umum terlihat bahwa makin dalam, nilai reflektan vitrinit makin meningkat. Kenaikan nilai reflektan vitrinit pada kedalaman 130 m sampai 400 m adalah 0,007 %/10 m.

### **Hasil Pengukuran Kandungan dan Komposisi Gas**

Pengukuran kandungan gas dilakukan terhadap core batubara yang terdapat dalam canister. Lapisan batubara yang diukur kandungan gasnya (gas desorption) adalah lapisan 4,5,6,7,8 9,10,11 dan lapisan 12. Jumlah contoh batubara yang diukur sebanyak 60 (enam puluh) contoh, yaitu 8 (delapan) contoh dari lapisan batubara 4, 24 (dua puluh empat) contoh dari lapisan batubara 5, 3 (tiga) contoh dari lapisan batubara 6, 6 (enam) contoh dari lapisan batubara 7, 11 (sebelas) contoh dari lapisan batubara 8, 5 (lima) contoh dari lapisan batubara 9, 1 (satu) contoh dari lapisan batubara 10, 1 (satu) contoh dari lapisan batubara 11 dan 1 (satu)

contoh dari lapisan batubara 12

Hasil pengukuran volume gas yang kondisinya disesuaikan dengan kondisi standar diperoleh kandungan gas seperti ditampilkan pada tabel 6.

Dari tabel 7 terlihat bahwa kandungan gas yang tertinggi terdapat pada canister 50 yaitu untuk Seam 9 bagian bawah sebanyak 56,25 scf/ton atau 1,59 m<sup>3</sup>/ton, sedangkan yang terendah terdapat pada canister 6 untuk Seam 4 bagian bawah sebesar 0,69 scf/ton atau 0,02 m<sup>3</sup>/ton. Apabila dirata-ratakan kandungan gas untuk Seam 4 sebesar 1,11 scf/ton atau 0,03 m<sup>3</sup>/ton, dan kandungan gas untuk Seam 9 sebesar 28,90 scf/ton atau 0,82 m<sup>3</sup>/ton.

Kandungan gas metan yang diperoleh dari hasil perhitungan dan analisis komposisi gas ditampilkan pada tabel 7.

Dari tabel 7 terlihat, kandungan gas metana tertinggi terdapat pada canister 50 yaitu untuk Seam 9 bagian bawah sebesar 24,05 scf/ton dengan metan fraksi 42,75%, sedangkan yang terendah terdapat pada canister 3 untuk Seam 4 bagian atas sebesar 0,01 scf/ton dengan metan fraksi 1,14%. Sedangkan bila melihat metan fraksi tiap canister maka canister 11 merupakan yang tertinggi fraksi metannya dengan kandungan mencapai 86,75%. Apabila dirata-ratakan kandungan gas metan untuk Seam 9 sebesar 43,72 % atau 12,73

scf/ton, dan kandungan gas metan untuk Seam 4 sebesar 6,15 % atau 0,07 scf/ton (Tabel 8).

Komposisi gas yang terkandung pada setiap canister berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan gas chromatography dapat dilihat pada tabel 9.

Pada tabel 11 terlihat, presentase kandungan CH<sub>4</sub> mendominasi gas yang lainnya, kandungan CH<sub>4</sub> pada Seam 4 berkisar antara 1,14 % - 9,40 %, Seam 5 berkisar antara 21,08 % - 86,75%, Seam 6 berkisar antara 12,41 % - 28,04 %, Seam 7 berkisar antara 11,49 % - 16,13 %, Seam 8 berkisar antara 20,53 % - 41,18 %, Seam 9 berkisar antara 34,75 % - 55,18 %, Seam 10 berkisar antara 12,00 % - 60,40 %, Seam 11 sekitar 14,20 %, dan Seam 12 sebesar 5,43 %. Karbondioksida pada Seam 3 berkisar antara 0,32 % - 0,43 %, Seam 4 berkisar antara 0,30 % - 1,78 %, Seam 5 berkisar antara 0,26 % - 1,84 %, Seam 6 berkisar antara 0,23 % - 0,33 %, Seam 7 sebesar 0,34 %, Seam 8 berkisar antara 0,52 % - 1,13 %, Seam 9 berkisar antara 0,18 % - 3,86 %, Seam 10 berkisar antara 0,26 % - 2,16 %, Seam 11 sebesar 0,78 % dan Seam 12 sebesar 0,37 %. Gas lain yang kandungannya masih tergolong tinggi adalah nitrogen berkisar antara 11,06 % - 71,99%.

### Hasil Pengujian *Adsorption Isotherm*

Maksud pengujian adsorption isotherm adalah untuk mengetahui kapasitas serap batubara sebagai fungsi tekanan, yang diekspresikan sebagai hubungan antara volume gas terserap dengan tekanan gas. Kandungan gas hasil pengukuran adsorption isotherm selalu mewakili kapasitas serapan atau jumlah maksimum gas yang dapat diikat oleh batubara (storage capacity). Untuk menghitung kapasitas gas yang tersimpan (storage capacity) dengan tekanan digunakan persamaan Langmuir sebagai berikut :

$$VL \cdot P$$

$$G_s = (1 - f_a - f_m) \frac{VL \cdot P}{PL + P}$$

$$PL + P$$

Dimana :

GS = Kapasitas gas simpan ( $m^3/ton$ )

P = Tekanan (kPa)

VL = Konstanta volume Langmuir ( $m^3/ton$ )

PL = Konstanta tekanan Langmuir (kPa)

$f_a$  = Kadar abu (fraksi)

$f_m$  = Kadar air (fraksi)

Biasanya kapasitas serap batubara yang diukur adalah kapasitas serap terhadap metan ( $CH_4$ ) dan terhadap karbon dioksida ( $CO_2$ ), sedangkan pengukuran yang dilakukan disini hanya terhadap  $CH_4$  saja.

Pengujian adsorption isotherm dilakukan terhadap 4 (empat) contoh

batubara dari Bor BML-01 di laboratorium CBM Lemigas. Metoda pengukuran yang digunakan adalah metoda volumetric dari CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization). Untuk keperluan uji adsorption isotherm sebelumnya perlu dilakukan analisis proksimate. Temperatur yang diaplikasikan pada pengujian ini disesuaikan dengan temperatur batubara pada saat diambil yaitu  $30^{\circ}C$  sampai  $32^{\circ}C$ .

Hasil analisis proksimat batubara dari batubara sumur BML-01 dapat dilihat pada tabel 9.

Dari hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kandungan abu batubara Seam 5 sangat tinggi yaitu 20,43 – 67,94 %, sedangkan kadar airnya (inherent moisture) juga relatif tinggi yaitu 11,90 – 30,04 %.

Hasil pengujian *adsorption isotherm* dari Batubara sumur BML-01 dapat dilihat pada tabel 10.

Dari hasil pengujian *adsorption isotherm* menunjukkan bahwa kapasitas simpan (storage capacity) gas metan pada batubara di daerah Air lawai relatif tinggi. Kapasitas simpan gas metan untuk batubara lapisan 5 di kedalaman 203,5-209,7 m dengan tekanan Langmuir 299 PSI sebesar  $25,2 m^3/ton$  (as received), sedangkan untuk batubara lapisan 8 pada kedalaman 264,5 m – 265 m dengan tekanan

Langmuir 389 PSI sebesar 25 m<sup>3</sup>/ton (as received). Kapasitas simpan lapisan batubara pada lapisan 9, pada kedalaman 292 -292,4 m, dengan tekanan langmuir 429 PSI sebesar 53,9 m<sup>3</sup>/ton .

Padahal kandungan gas metan dari hasil pengukuran langsung pada batubara lapisan 5 baru mencapai 0,60 m<sup>3</sup>/ton atau , dan pada batubara lapisan 8 baru mencapai 0,53 m<sup>3</sup>/ton, untuk lapisan 9 pada kedalaman 292 m - 292,4 m, dengan tekanan langmuir 429 PSI, didapat volume sebesar 53,9 m<sup>3</sup>/ton Oleh karena itu kandungan gas metana di daerah Muara Lawai diperkirakan masih bisa meningkat lagi.

### Sumberdaya Batubara

Perhitungan sumberdaya batubara daerah Muara Lawai berdasarkan pada kriteria-kriteria sebagai berikut :

- Data batubara yang digunakan dalam perhitungan adalah data batubara dari pemboran ,serta singkapan yang bisa di korelasikan.
- Jarak yang dihitung kearah jurus (lebar) dibatasi sampai sejauh 2000 m dari lokasi singkapan terakhir, untk singkapan yang tipis sedangkan untuk singkapan yang tebal sehingga jarak total yang dihitung kearah jurus mencapai 4000 m.

- Jarak yang dihitung kearah down dip atau up dip (panjang) untuk batubara kedalaman 300 m.
- Tebal batubara yang dihitung adalah tebal rata-rata dari titik bor.

Sumberdaya batubara daerah Muara Lawai sebesar 135.319.581,19 ton. Perhitungan ini berdasarkan Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara Standar Nasional Indonesia (SNI) amandemen 1-SNI 135014-1998 dari Badan Standarisasi Nasional, termasuk kedalam klasifikasi sumberdaya batubara terunjuk (Tabel 12).

### Sumberdaya Gas Metana Batubara

Sumberdaya gas metan (methane in place) daerah Muara lawai dihitung berdasarkan kriteria-kriteria sebagai berikut:

- Luas daerah yang dihitung mengacu pada luas sebaran batubara yang telah dihitung sumberdayanya.
- Luas daerah untuk menghitung sumberdaya gas metan adalah batubara yang berada pada kedalaman 300 m, dengan kriteria seperti terlihat pada tabel
- Tebal batubara yang dihitung adalah semua ketebalan dari data pemboran.
- Rumus yang digunakan dalam menghitung sumberdaya gas

metan adalah :

$$\text{SDM} = Tc \times (1 - \text{Ash}) \times (1 - M) \times \text{Density} \\ \times Mc \times Ar$$

Dimana :

SDM = Sumberdaya gas metan ( $\text{m}^3$ )

Tc = Tebal rata-rata batubara (m)

1- Ash = 1- kandungan abu (%)

1- M = 1- Moisture (%)

Mc = Kandungan gas metan ( $\text{m}^3/\text{ton}$ )

Ar = Luas Daerah yang dihitung ( $\text{m}^2$ )

Hasil perhitungan sumberdaya Gas Metana Batubara daerah Muara Lawai sebesar 6,261,983,378  $\text{ft}^3$  dan dapat dilihat pada tabel 13.

### Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan

Sebagaimana telah diuraikan bahwa potensi gas methane di Cekungan Sumsel relatif tinggi, sehingga apabila dimanfaatkan dan dikembangkan akan mempunyai prospek yang baik. Namun tentu saja masih perlu ada penyelidikan lebih lanjut, mengingat data yang disampaikan disini baru dari satu titik pemboran. Selain itu klasifikasi sumberdaya gas metan di daerah Muara Lawai termasuk kedalam sumberdaya hipotetik masih banyak aspek-aspek yang harus dipelajari dan dipertimbangkan, antara lain tataguna lahan, infra struktur dan sosial.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Dari hasil pemboran dan pemetaan batubara di lokasi penyelidikan, diketahui terdapat 12 lapisan batubara dengan ketebalan bervariasi antara 0,6 m- 20,4 m, batubara ini diperkirakan merupakan anggota M4 dengan seam utamanya adalah seam NIRU, LEMATANG, BENAKAT DAN KEBON, dan beberapa seam gantung, kondisi ini ditunjang oleh ciri litologi yg di dominasi oleh batulempung dan batupasir, serta mineral kehijauan yang diperkirakan glaukonit, serta posisi stratigrafi di bawah F.Kasai yang tufaan.
2. Besar potensi batubara pada lokasi ini 136.236.133,3 ton. dengan perhitungan 300 m searah down-dip. Gas metana batubara dilokasi penyelidikan masih bisa dikembangkan dengan memakai teknik tertentu, karena permeabilitas lapisan batubaranya terlalu besar, sehingga cleatnya perlu dilebarkan terlebih dahulu. Perlu dipasang gas separator untuk memisahkan gas metana  $\text{CH}_4$  dengan gas lainnya.

### Saran

Untuk mengetahui karakteristik aliran gas methan di lokasi ini disarankan untuk melakukan dua titik bor di selatan

lokasi sekarang yang di urutkan secara sejajar.

#### DAFTAR PUSTAKA

**De Coster, G.H., 1974**, The Geology of the Central and South Sumatera Basin, Indonesia Petroleum Association, 3 rd Ann. Conv, Proceeding.

**Gafoer, S., Cobrie, T., Purnomo, J., 1986**, Geologi Lembar Lahat, Sumatera, Puslitbang Geologi, Bandung.

**Herman D., dkk, 2000**, An Outline of The Geology of Indonesia, Indonesian Association of Geologist, IAGI, Jakarta.

**Resources International, Inc (ARI)**, Indonesian Coalbed Methane, Task 1 – Resources

Assessment, 2003, Arlington, Virginia.

**Robertson Research**, Coal Resources of Indonesia, Vol. I Report, Robertson Research (Australia) PTY Limited, New South Wales.

**Shell Mijnbouw, 1978**, Explanatory Notes to the Geological Map of the South Sumatera Coal Province, Exploration report.

**Dahlan Ibrahim, dkk, 2009**. Laporan pemboran dalam dan evaluasi kandungan gas dalam batubara di Daerah Kabupaten Muaraenim dan Sekitarnya, Provinsi Sumatera Selatan. Pusat Sumber Daya Geologi.



Gambar 1. Peta lokasi daerah kegiatan (Atlas Indonesia)

EPOCHS		GROUP	FORMATION	LITHOLOGY	ENVIRONMENT
PLIOCENE	PLIO				
MIOCENE	LATE	PALEMBANG	KASAI (KAF)	Ti Sd. CL. Grv. Thn Coal.	CONTINENTAL
	MIDDLE		MUARA ENM (MEF)	SS. Mdat. Coal	SHALLOW MARINE TO NON-MARINE
			AIR BENAKAT (ABF)	SH. Glauco SS. Occ LS.	MARINE TO BRACKISH SHALLOW TO DEEP MARINE
	EARLY		GUMAI (GUF)	Foss SH. Occ Thn Glauco LS.	SHALLOW TO DEEP MARINE
OLIGOCENE	LATE	TELUSA	BATU RAJA (BRF)	LS (Platform, bank, reefal), SH.	SHALLOW MARINE
	EARLY		TALANG AKAR (TAF)	SS. SLTST. SH.	DELTA PLAIN TO MARINE
EOCENE	LATE	TELUSA	LAHAT (LAF) (LEMAT FM)	SH. TI SH. SLTST. SS. Thn Coal. Crbat Strgr.	FRESH TO BRACKISH
	EARLY			SS. CL. CGL. Grt Wash. Thn Coal. Tf.	CONTINENTAL
PALEOCENE					
EARLY					
PRETERTIARY			BASEMENT	METAMORPHIC AND IGNEOUS ROCKS	

Gambar 2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (De Coster, 1974)

Tabel 1. Daftar singkapan batubara hasil pemetaan geologi

No	Singkapan	Strike/ Dip (N.../E...)	Koordinat	Keterangan
1	ML-01	276/27	S.03° 40' 09.6" E.103° 40' 05.0"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
2	ML-02	286/28	S.03° 40' 09.1" E.103° 40' 54.9"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
3	ML-03	286/27	S.03° 40' 05" E.103° 40' 02.1"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
4	ML-04	278/28	S.03° 40' 05.5" E.103° 44' 02.1"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
5	ML-05	282/28	S.03° 40' 25.3" E.103° 44' 17.3"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
6	ML-06	290/28	S.03° 41' 02.3" E.103° 44' 04.20"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
7	ML-07	282/27	S.03° 40' 12.8" E.103° 44' 01.1"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
8	ML-08	290/28	S.03° 40' 12.6" E.103° 44' 37.5"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
9	ML-09	282/28	S.03° 40' 19.8" E.103° 44' 02.2"	Batu gamping
10	ML-10	282/28	S.03° 41' 23.8" E.103° 42' 04.5"	Batu gamping, tumpukan karang
11	ML-11	282/28	S.03° 42' 08.7" E.103° 44' 09.3"	Batu bara, karadatan, > 1m
12	ML-12	290/19	S.03° 42' 08.4" E.103° 40' 15.7"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir, > 10m
13	ML-13	278/28	S.03° 40' 48.8" E.103° 43' 20.9"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
14	ML-14	282/28	S.03° 41' 48.8" E.103° 48' 08.1"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir, > 10m
15	ML-15	282/28	S.03° 40' 07.4" E.103° 42' 24.7"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
16	ML-16	282/28	S.03° 41' 16.9" E.103° 42' 24.2"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
17	ML-17	100/0	S.03° 41' 34.2" E.103° 48' 08.2"	Batu bara, tumpukan karang, gres, pasir, serpih, tumpukan karang, > 1 m
18	ML-18	282/28	S.03° 41' 29.4" E.103° 42' 55.4"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir, > 1 m
19	ML-19	282/28	S.03° 41' 12.4" E.103° 42' 05.4"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir, > 1 m
20	ML-20	260/8	S.03° 42' 01.1" E.103° 44' 09.9"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir, > 1 m
21	ML-21	260/8	S.03° 42' 01.8" E.103° 42' 03.0"	Coaly clay, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir
22	ML-22	282/28	S.03° 42' 18.7" E.103° 44' 03.0"	Batubara, Ketebalan tidak bisa diukur karena kondisi banjir



Tabel 2. Batubara yang ditemukan di lokasi bor BML-01

Seam	Kedalaman Batubara (m)		Tebal (m)	Keterangan
	Dari	Sampai		
1	87,10	87,90	0,80	Batubara, kusam
2	100,00	102,40	2,40	Batubara, kusam
3	128,90	129,90	1,00	Batubara, kusam
4	175,75	185,60	9,85	Batubara, kusam
5	198,50	207,60	9,10	Batubara, kusam
6	207,60	220,50	12,90	Batubara, kusam
7	225,50	227,00	1,50	Batubara, kusam
8	261,10	267,00	5,90	Batubara, kusam
9	284,35	294,50	10,15	Batubara, kusam
10	331,10	333,50	2,40	Batubara, kusam
11	388,25	389,00	0,75	Batubara, kusam
12	394,50	395,10	0,60	Batubara, kusam
13	403,00	404,10	1,10	Batubara, kusam

Tabel 3. Kualitas batubara daerah Muara Lawai

Seam	BJ (adb)	RM (%)	FM (%)	TM (% ar)	M (% adb)	Ash (% adb)	VM (% adb)	FC (% adb)	TS (% adb)	CV
1	1,39	-	24,87	25,70	6,18	54,65	20,71	11,56	0,18	1781
2	1,5	-	29,98	37,70	10,2	18,52	40,89	30,37	0,16	4820
3	2,0	-	24,87	25,70	6,18	54,65	20,71	11,56	0,18	1781
4	1,39	11,28	29,98	37,70	10,2	18,52	40,89	30,37	0,16	4820
5	1,39	9,24	30,09	35,39	10,89	18,88	41,89	33,51	0,23	5535
6	1,5	-	29,98	37,70	10,2	18,52	40,89	30,37	0,16	4820
7	1,71	10,35	32,37	36,41	10,44	17,29	39,01	32,32	0,26	6229
8	1,98	2,06	29,98	37,70	10,2	18,52	40,89	30,37	0,16	4820
9	1,98	-	29,98	37,70	10,2	18,52	40,89	30,37	0,16	4820
10	2	-	24,87	25,70	6,18	54,65	20,71	11,56	0,18	1781
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4. Komposisi maseral dan mineral pada batubara dan batuan daerah Muara Lawai

No.	Kode Contoh	Kedalaman (m)		Maseral (%)			Mineral (%)		
		Dari	Sampai	V	I	L	Clay	Ox B	Prt
1	LHT-01	176,50	176,25	93,8	1,4	1,2	3,2	0,5	0,1
2	LHT-04	177,25	176,25	92,3	1,6	0,9	4,3	0,7	0,2
3	LHT-05	178,75	179,25	89,9	1,7	1,3	6,5	0,5	0,1
4	LHT-06	179,75	180,25	91,6	1,2	1,4	5,3	0,4	0,1
5	LHT-07	180,75	181,25	90,2	2,3	1,2	4,3	0,3	0,2
6	LHT-08	181,25	181,75	92,2	2,1	1,2	3,8	0,6	0,1
7	LHT-09	200,00	200,50	93,2	0,7	0,2	52,1	1,6	0,2
8	LHT-10	201,00	201,50	92,2	1,2	1,2	3,8	0,3	0,1
9	LHT-11	202,00	202,50	92,1	0,9	0,6	3,0	0,3	0,1
10	LHT-12	203,00	203,50	92,2	0,8	1,0	3,7	0,2	0,1
11	LHT-13	204,00	204,50	91,1	0,9	1,2	25,3	0,1	0,1
12	LHT-15	205,50	205,50	93	0,6	0,2	12,2	0,1	0,1
13	LHT-16	204,50	205,00	95,2	1,4	0,7	2,2	0,4	0,1
14	LHT-17	205,50	205,50	90,9	1,3	0,4	1,8	0,1	0,1
15	LHT-18	205,50	206,00	95,1	1,5	0,6	2,5	0,2	0,1
16	LHT-19	206,00	206,50	91,8	1,1	0,8	5,2	1,1	0,1
17	LHT-20	206,50	207,00	94,0	1,2	0,9	3,4	0,5	0,1
18	LHT-21	207,00	207,50	96,8	0,7	1,0	5,1	0,3	0,1
19	LHT-22	208,25	208,75	93,0	2,2	1,1	3,9	0,4	0,1
20	LHT-26	211,50	212,00	93,2	0,2	1,3	6,5	0,3	0,1
21	LHT-27	212,00	212,50	87,3	1,6	0,8	3,9	0,6	1,3
22	LHT-28	213,00	213,50	93,2	0,8	0,7	4,8	0,4	0,1
23	LHT-29	215,50	216,00	93,8	1,6	0,9	5,8	0,6	0,1
24	LHT-30	216,00	216,50	95,0	1,4	0,6	3,9	0,5	0,1
25	LHT-32	221,00	221,50	94,5	1,9	1,3	1,7	0,6	0,1
26	LHT-35	226,50	227,00	93,3	1,9	0,8	4,4	0,2	0,1
27	LHT-36	231,10	231,60	97,2	1,9	0,3	0,4	0,1	0,1
28	LHT-37	233,50	234,00	94,1	1,3	1,3	1,9	1,1	0,1
29	LHT-39	234,00	234,50	93,8	1,6	1,4	2,2	0,4	0,1
30	LHT-40	234,50	235,00	94,5	0,9	1,3	2,8	0,7	0,1
31	LHT-41	235,00	235,50	93,8	0,8	1,1	2,8	0,4	0,1
32	LHT-42	234,95	234,95	94,3	0,6	0,2	12,7	1,5	0,1
33	LHT-43	234,35	235,35	95,4	1,4	0,3	2,6	0,3	0,1
34	LHT-45	235,25	236,25	95,2	1,3	0,6	2,3	0,1	0,1
35	LHT-47	236,35	236,65	92,6	2,4	1,2	3,1	0,5	0,1
36	LHT-49	290,00	290,50	92,9	1,7	0,7	4,1	0,3	0,1
37	LHT-50	292,00	292,50	97,6	2,9	1,7	7,1	0,7	0,1
38	LHT-52	293,00	293,50	94,9	1,6	0,4	2,9	0,4	0,1
39	LHT-53	331,40	331,90	97,2	1,9	0,3	0,4	0,1	0,1
40	LHT-54	331,90	332,40	89,7	2,8	1,2	5,1	0,3	0,1
41	LHT-56	332,40	332,90	90,9	1,3	1,0	2,4	1,0	0,1

Tabel 5. Nilai reflektan vitrinit pada batubara dan batuan daerah Muara Lawai

No.	Lapisan	Kode Contoh	Kedalaman (m)		Reflektan (%)		Standar Deviasi	Litologi
			Dari	Sampai	Mean (R <sub>v</sub> max)	Kisaran		
1	4	LHT-01	176,50	176,25	0,28	0,24-0,31	0,015	Batubara
2	4	LHT-04	177,25	178,25	0,31	0,28-0,35	0,019	Batubara
3	4	LHT-05	178,75	179,25	0,31	0,26-0,35	0,022	Batubara
4	4	LHT-07	178,25	179,25	0,35	0,30-0,40	0,021	Batubara
5	4	LHT-08	180,25	181,25	0,31	0,26-0,35	0,022	Batubara
6	4	LHT-09	181,25	181,50	0,33	0,28-0,37	0,021	Batubara
7	5	LHT-09	200,00	200,50	0,34	0,31-0,36	0,015	Lempung batubaraan
8	5	LHT-10	201,00	201,50	0,36	0,34-0,41	0,015	Batubara
9	5	LHT-12	202,00	202,50	0,36	0,33-0,41	0,027	Batubara
10	5	LHT-14	202,50	202,50	0,35	0,32-0,37	0,014	Batubara
11	5	LHT-12	203,25	203,25	0,35	0,32-0,37	0,014	Lempung batubaraan
12	5	LHT-16	203,50	204,00	0,37	0,35-0,37	0,014	Lempung batubaraan
13	5	LHT-15	204,00	205,00	0,39	0,35-0,43	0,022	Batubara
14	5	LHT-17	205,00	205,50	0,35	0,30-0,39	0,027	Batubara
15	5	LHT-18	205,50	206,00	0,35	0,31-0,37	0,015	Batubara
16	5	LHT-19	206,00	206,50	0,30	0,27-0,34	0,023	Batubara
17	5	LHT-20	206,50	207,00	0,31	0,26-0,34	0,022	Batubara
18	5	LHT-21	207,00	207,50	0,30	0,27-0,34	0,021	Batubara
19	6	LHT-22	209,20	209,70	0,32	0,28-0,39	0,028	Batubara
20	6	LHT-26	211,50	212,00	0,32	0,26-0,35	0,019	Batubara
21	6	LHT-27	212,00	212,50	0,37	0,35-0,44	0,026	Batubara
22	6	LHT-28	213,00	213,50	0,35	0,32-0,42	0,018	Batubara
23	6	LHT-29	215,50	216,00	0,32	0,27-0,38	0,026	Batubara
24	6	LHT-30	216,00	216,50	0,32	0,28-0,37	0,026	Batubara
25	7	LHT-32	221,00	221,50	0,34	0,30-0,38	0,024	Batubara
26	7	LHT-35	225,50	227,00	0,33	0,29-0,42	0,018	Batubara
27	8	LHT-36	261,10	261,20	0,36	0,32-0,41	0,024	Batubara
28	8	LHT-37	262,50	264,00	0,34	0,29-0,40	0,025	Batubara
29	8	LHT-39	264,00	264,50	0,35	0,31-0,39	0,026	Batubara
30	8	LHT-40	264,50	265,00	0,40	0,34-0,46	0,035	Batubara
31	8	LHT-41	265,00	265,50	0,36	0,32-0,40	0,021	Batubara
32	9	LHT-42	284,35	284,85	0,35	0,31-0,39	0,017	Batubara
33	9	LHT-43	284,85	285,35	0,35	0,33-0,37	0,011	Batubara
34	9	LHT-45	285,85	286,35	0,36	0,33-0,41	0,017	Batubara
35	9	LHT-47	286,35	286,85	0,37	0,34-0,41	0,020	Batubara
36	9	LHT-49	290,00	290,50	0,35	0,32-0,37	0,020	Batubara
37	9	LHT-50	292,00	292,50	0,33	0,31-0,35	0,024	Batubara
38	9	LHT-52	292,00	292,50	0,39	0,34-0,44	0,032	Batubara
39	10	LHT-53	331,40	331,90	0,42	0,39-0,47	0,023	Batubara
40	10	LHT-54	331,90	332,40	0,42	0,38-0,48	0,025	Batubara
41	10	LHT-56	332,40	332,90	0,45	0,43-0,49	0,017	Batubara

Tabel 6. Hasil pengukuran kandungan gas pada batubara daerah Muara Lawai

Canister No	Seam Batubara	Kedalaman (m)		Kandungan Gas	Kandungan Gas	Kandungan Gas
		Dari	Ka	Per Conto [cc/g]	Per Conto [m <sup>3</sup> /ton]	Per Conto [cc/lbm]
1	4	178,76	180,00	0,0381	0,0581	2,0509
2		178,76	180,00	0,0381	0,0581	4,0505
3		178,76	180,00	0,0381	0,0381	0,8873
4		178,76	180,00	0,0381	0,0381	4,2961
5		178,76	180,00	0,0229	0,0229	0,8059
6		178,76	180,00	0,0197	0,0197	0,6941
7		178,76	180,00	0,0276	0,0276	0,3769
8		178,76	180,00	0,0314	0,0314	1,1071
9	5	198,50	207,60	0,5579	0,5579	19,7005
10		198,50	207,60	0,5921	0,5921	20,9659
11		198,50	207,60	0,6743	0,6743	23,2784
12		198,50	207,60	0,7167	0,7167	25,2711
13		198,50	207,60	0,6929	0,6929	24,4663
14		198,50	207,60	0,4441	0,4441	15,5831
15		198,50	207,60	0,6420	0,6420	22,7941
16		198,50	207,60	0,7091	0,7091	25,2475
17		198,50	207,60	0,6354	0,6354	22,4978
18		198,50	207,60	0,4377	0,4377	15,8758
19		198,50	207,60	0,3284	0,3284	11,8888
20		198,50	207,60	0,4689	0,4689	16,5854
21	6	198,50	207,60	0,4071	0,4071	14,3739
22		207,60	220,50	0,5482	0,5482	19,3584
23		207,60	220,50	0,6063	0,6063	21,4092
24		207,60	220,50	0,5539	0,5539	19,5828
25		207,60	220,50	0,4636	0,4636	16,3716
26		207,60	220,50	0,6950	0,6950	24,5423
27		207,60	220,50	0,7192	0,7192	25,3989
28		207,60	220,50	0,5421	0,5421	19,7368
29		207,60	220,50	0,4168	0,4168	14,7171
30		207,60	220,50	0,7212	0,7212	25,4644
31		207,60	220,50	0,5492	0,5492	19,9944
32		207,60	220,50	0,4439	0,4439	15,9745
33	7	226,60	227,00	0,3922	0,3922	13,8490
34		226,60	227,00	0,3213	0,3213	11,3898
35		226,60	227,00	0,2967	0,2967	10,4778
36		226,60	227,00	0,7306	0,7306	27,5922
37	8	263,00	267,00	0,5677	0,5677	20,7923
38		263,00	267,00	0,5917	0,5917	20,8933
39		263,00	267,00	0,5638	0,5638	19,9073
40		263,00	267,00	0,5054	0,5054	17,8628
41	9	284,35	294,50	0,4025	0,4025	14,2138
42		284,35	294,50	0,5645	0,5645	19,9321
43		284,35	294,50	0,4314	0,4314	15,2328
44		284,35	294,50	0,3708	0,3708	13,6830
45		284,35	294,50	0,5424	0,5424	19,1513
46		284,35	294,50	0,6682	0,6682	23,8309
47		284,35	294,50	1,0320	1,0320	36,4889
48		284,35	294,50	0,6780	0,6780	23,7659
49		284,35	294,50	0,8210	0,8210	28,9913
50		284,35	294,50	1,5930	1,5930	56,2496
51		284,35	294,50	0,9293	0,9293	32,6037
52		284,35	294,50	1,3824	1,3824	48,3119
53	10	331,10	333,50	0,4843	0,4843	17,4849
54		331,10	333,50	0,4837	0,4837	17,0799
55		331,10	333,50	0,0999	0,0999	3,6129
56		331,10	333,50	0,0962	0,0962	3,3981
57	11	331,10	333,50	0,0990	0,0990	3,4956
58		331,10	333,50	0,1673	0,1673	5,7898
59	12	394,20	393,18	0,0748	0,0748	2,6871
60	13	333,30	334,10	0,0350	0,0350	1,2319

Tabel 7. Komposisi dan kandungan gas metana pada batubara daerah Muara Lawai

Canister No.	Coal Seam	Gas Content (scf/ton)	Gas Content (m <sup>3</sup> /ton)	Methane Fraction (%)	Methane Content (scf/ton)
1	4	2,05	0,06	6,14	0,13
2	4	1,05	0,03	-	-
3	4	0,89	0,03	1,14	0,03
4	5	1,55	0,04	2,94	0,10
5	5	0,81	0,02	2,38	0,02
6	5	2,54	0,08	0,43	0,02
7	6	0,91	0,03	-	-
8	6	1,11	0,03	3,51	0,04
9	6	13,78	0,38	60,23	15,53
10	6	20,87	0,59	63,67	11,08
11	6	25,28	0,70	63,26	11,32
12	6	25,28	0,70	63,26	11,32
13	6	25,28	0,70	63,26	11,32
14	6	25,28	0,70	63,26	11,32
15	6	25,28	0,70	63,26	11,32
16	6	25,28	0,70	63,26	11,32
17	6	25,28	0,70	63,26	11,32
18	6	25,28	0,70	63,26	11,32
19	6	25,28	0,70	63,26	11,32
20	6	16,36	0,47	59,27	5,34
21	6	14,37	0,41	24,14	3,47
22	6	19,36	0,55	25,27	4,89
23	6	21,41	0,61	26,68	5,71
24	6	19,55	0,55	26,04	5,45
25	6	16,37	0,47	18,25	4,59
26	6	19,54	0,55	18,25	4,59
27	6	25,45	0,71	18,34	4,62
28	6	29,74	0,84	28,04	8,34
29	6	14,72	0,42	16,18	2,38
30	6	25,46	0,72	32,70	8,33
31	6	19,39	0,55	27,29	5,39
32	6	15,67	0,44	27,93	4,38
33	7	13,85	0,39	11,49	1,59
34	7	29,86	0,83	4,90	1,44
35	7	10,38	0,30	16,18	1,86
36	8	27,60	0,78	41,18	10,82
37	8	26,75	0,75	20,65	4,26
38	8	20,89	0,59	37,39	7,80
39	8	18,91	0,53	34,35	10,78
40	8	17,85	0,51	41,07	7,33
41	8	14,21	0,40	-	-
42	9	19,93	0,56	52,21	10,41
43	9	15,23	0,43	38,21	5,82
44	9	18,09	0,51	34,75	4,55
45	9	19,15	0,54	42,19	8,08
46	9	23,63	0,67	55,18	13,04
47	9	36,47	1,03	47,03	17,15
48	9	25,77	0,73	40,53	10,53
49	9	25,28	0,70	35,21	9,53
50	9	25,28	0,70	40,53	10,53
51	9	25,28	0,70	40,53	10,53
52	9	25,28	0,70	40,53	10,53
53	9	25,28	0,70	40,53	10,53
54	9	25,28	0,70	40,53	10,53
55	10	17,08	0,49	50,40	10,58
56	10	3,40	0,10	-	-
57	10	3,50	0,10	12,00	0,41
58	10	3,50	0,10	17,13	0,60
59	11	3,50	0,10	14,21	0,39
60	12	3,50	0,10	5,38	-
61	13	1,87	0,05	-	-

Tabel 8. Komposisi dan kandungan gas metana rata-rata batubara daerah Muara Lawai

SEAM	Gas Content (scf/ton)	Gas Content (m <sup>3</sup> /ton)	Methane Fraction (%)	Methane Content (scf/ton)
4	1,11	0,03	6,15	0,07
5	19,74	0,56	43,62	8,61
6	21,06	0,60	23,33	4,96
7	17,89	0,51	10,84	1,57
8	27,60	0,78	28,26	11,37
9	33,13	0,82	43,72	12,73
10	18,99	0,25	35,22	5,05
11	16,79	0,17	14,20	0,98
12	2,62	0,07	5,43	-
13	1,87	0,05	-	-

Tabel 9. Hasil analisis proksimat batubara daerah Muara Lawai

Seam	No. Conto	Depth (meter)	FM (%)	TM (% ar)	IM (% adb)	Ash (% adb)	VM (% adb)	FC (% adb)	Density (gr/cc)
5	ML-01	200,58-200,500	13,43	37,43	45,37	20,43	25,33	21,47	1,282
6	ML-02	200,50-200,472	13,24	38,93	47,33	20,24	25,33	21,47	1,282
8	ML-03	200,50-200,472	13,24	38,93	47,33	20,24	25,33	21,47	1,282
9	ML-04	200,50-200,472	13,24	38,93	47,33	20,24	25,33	21,47	1,282

Tabel 10. Nilai volume dan tekanan langmuir yang didapat dari hasil analisis adsorption isotherm

Kode Conto	Volume dan Tekanan Langmuir				Storage Capacity (m <sup>3</sup> /ton)	
	V <sub>L</sub> (m <sup>3</sup> /ton)	V <sub>L</sub> (scf/ton)	P <sub>L</sub> (kPa)	P <sub>L</sub> (PSI)	gas received	dar
ML-01	25,2	863	3723	269	75	148
ML-02	149,7	5242	308	108	108	535
ML-03	28	878	4421	389	85	150
ML-04	53,3	1867	3982	429	228	327

Tabel 11. Komposisi gas pada batubara daerah Muara Lawai

Canister No.	Coal Seam	Komposisi Gas (%)						Total	
		H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>		
1	4	0,00	28,23	65,18	5,14	0,00	0,43	99,98	
2		-	-	-	-	-	-	-	
3		0,00	84,86	64,45	1,14	0,00	0,33	100,00	
4		0,00	20,42	71,31	7,94	0,00	0,32	100,00	
5		0,00	21,53	69,39	8,72	0,00	0,36	100,00	
6		0,00	25,73	64,53	9,40	0,00	0,33	100,00	
7		-	-	-	-	-	-	-	
8	5	0,00	81,20	66,53	5,81	0,00	0,33	100,00	
9		4,15	88,23	74,03	20,22	0,00	0,33	100,00	
10		0,00	84,71	65,29	5,82	0,00	0,33	100,00	
11		0,00	88,19	74,35	20,26	0,00	0,33	100,00	
12		7,22	70,44	62,89	5,32	0,00	0,00	100,00	
13		0,00	10,30	45,37	33,75	0,00	0,33	100,00	
14		0,00	9,42	49,17	45,41	0,00	0,00	100,00	
15		7,58	76,62	64,81	26,22	0,00	1,14	100,00	
16		0,00	88,03	69,62	42,02	0,00	0,33	100,00	
17		7,36	6,43	55,08	32,26	0,00	0,33	100,00	
18		0,00	86,17	57,27	31,02	0,00	1,49	100,00	
19		0,00	17,29	52,29	30,04	0,00	0,36	100,00	
20		0,00	22,78	58,10	25,77	0,00	0,36	100,00	
21	0,00	2,34	71,99	24,14	0,00	1,56	100,00		
22	0,00	2,42	71,90	23,27	0,00	0,41	100,00		
23	0,00	17,70	55,31	26,68	0,00	0,31	100,00		
24	0,00	23,10	48,60	28,04	0,00	0,26	100,00		
25	0,00	20,13	62,26	15,80	0,00	1,81	100,00		
26	6	0,00	88,67	58,25	7,82	0,00	0,33	100,00	
27		0,00	83,40	63,86	12,41	0,00	0,29	99,99	
28		0,00	88,70	63,60	22,02	0,00	0,22	100,00	
29		0,00	28,98	58,75	18,13	0,00	1,02	100,00	
30		0,00	15,24	50,34	32,70	0,00	1,72	100,00	
31		0,00	15,63	56,35	27,29	0,00	0,73	100,00	
32		0,00	19,33	60,90	27,93	0,00	1,84	100,00	
33	7	0,00	12,00	76,28	11,49	0,00	0,23	100,00	
34		0,00	29,83	71,00	4,90	0,00	0,27	100,00	
35		0,00	15,88	67,67	16,13	0,00	0,33	100,00	
36	8	7,54	5,92	57,02	41,19	0,00	0,34	100,00	
37		0,00	22,44	65,90	20,53	0,00	1,13	100,00	
38		0,00	11,81	50,31	37,63	0,00	0,55	100,00	
39		0,00	9,78	35,54	54,15	0,00	0,53	100,00	
40		0,00	72,46	45,95	41,07	0,00	0,52	100,00	
41		9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42			0,00	5,08	42,23	32,21	0,00	0,16	100,00
43	0,00		2,63	54,46	38,24	0,00	0,80	100,00	
44	7,13		15,38	46,95	34,75	0,03	1,85	100,00	
45	0,00		13,15	42,06	42,19	0,00	0,60	100,00	
46	2,06		7,24	62,05	55,13	0,02	3,45	100,00	
47	2,00		9,91	66,09	47,99	0,00	0,93	100,00	
48	7,98		70,90	48,64	40,55	0,00	0,60	100,00	
49	0,89		10,89	47,28	49,64	0,05	0,60	100,00	
50	7,14		20,09	63,40	42,75	0,00	0,65	100,00	
51	0,00	19,72	66,63	46,54	0,00	0,40	100,00		
52	10	0,00	19,67	65,63	40,66	0,04	0,95	100,00	
53		1,06	8,75	68,62	31,41	0,00	0,15	100,00	
54		0,33	5,47	65,05	30,40	0,00	0,35	100,00	
55		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
56	0,00	23,13	64,42	7,200	0,00	0,44	100,00		
57	0,00	17,68	65,03	17,12	0,00	0,16	100,00		
58	0,00	20,17	64,50	74,00	0,00	0,78	100,00		
59	12	0,00	23,78	68,44	6,43	0,00	0,37	100,00	
60	13	-	-	-	-	-	-		

Tabel 12. Perhitungan sumberdaya batubara Daerah Muara Lawai

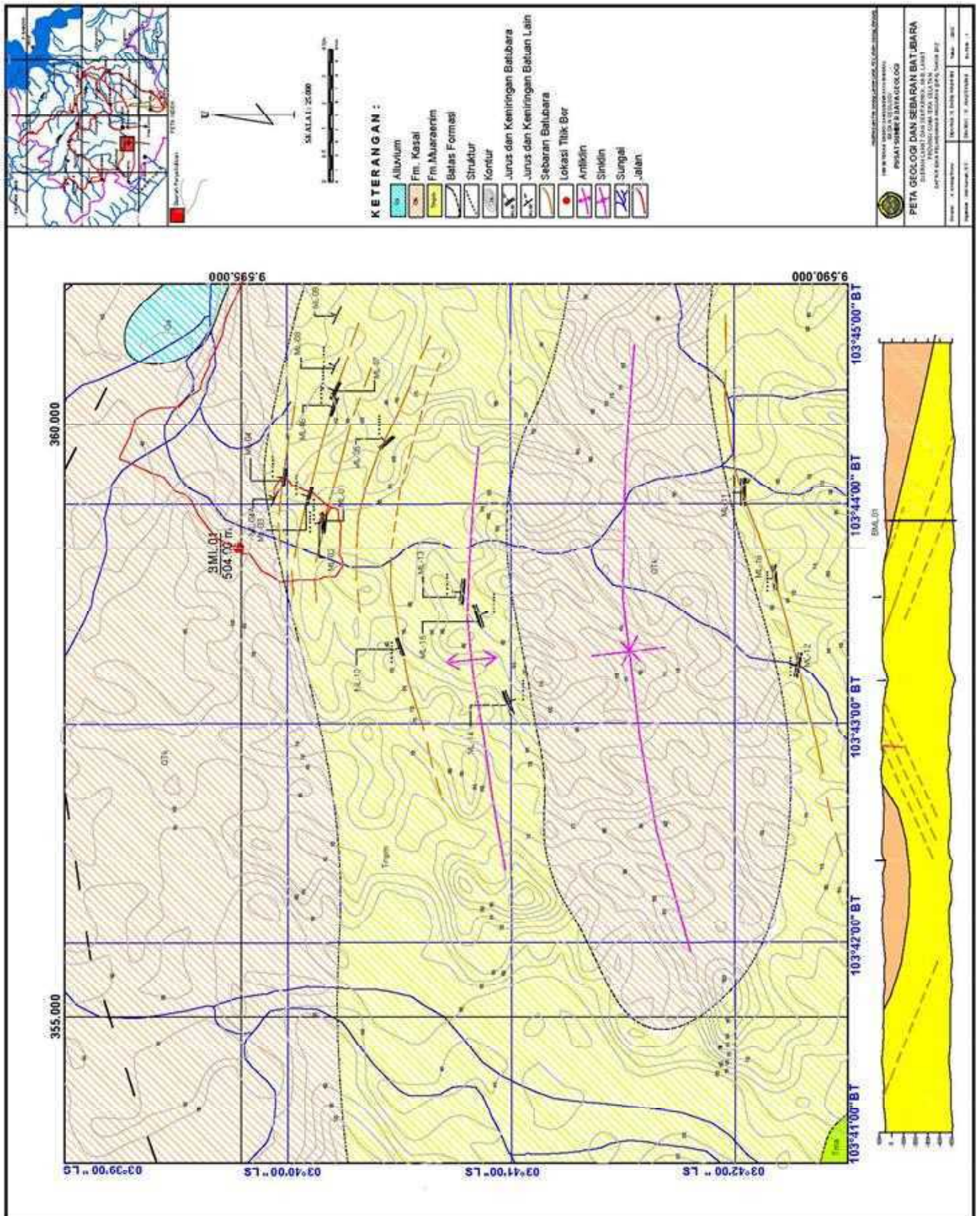
No	Seam Batubara	Tebal (m)	Panjang Searah Kemiringan (m)	Panjang Kiri Kanan Jurus (m)	Berat Jenis	Sumberdaya (Ton)
1	1	0,80	300	2.000	1,67	1.815.736,00
2	2	2,40	300	2.000	2,00*	6.623.803,40
3	3	4,25	300	2.000	2,00*	5.776.107,26
4	4	7,15	300	2.000	1,39	13.215.733,41
5	5	20,40	300	4.000	1,36	75.412.855,37
6	6	1,40	300	2.000	1,50	5.708.153,00
7	7	0,80	300	2.000	1,70	2.078.968,80
8	8	4,50	300	2.000	1,36	6.708.853,26
9	9	10,50	300	2.000	1,67	17.438,00
10	10	2,40	300	2.000	1,30	4.240.342,27
11	11	Tidak dilakukan perhitungan				
12	12					
13	13					

\*Diperkirakan *Carbonaceous Clay*

Tabel 13. Perhitungan sumberdaya Gas Metana Batubara daerah Muara Lawai

No	Seam Batubara	Tebal (m)	Panjang searah kemiringan (m)	Panjang Kiri-Kanan (m)	ASH (%)	Molokura (%)	Luzer (Ha)	Berat Jenis	Kandungan Gas Metana (Scfton)	Sumberdaya Gas Metana (Scf)
1	1	0,80	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,67	-	0
2	2	2,40	300-300	2000	45,00	10,00	30	2,00	-	0
3	3	4,25	300-300	2000	45,00	10,00	30	2,00	0,00	6630,670
4	4	7,15	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,39	0,00	1.708.298,87
5	5	20,40	300-300	4000	45,00	10,00	30	1,36	0,00	23.19.299,20
6	6	1,40	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,50	0,00	67.000,00
7	7	0,80	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,70	0,00	2.078.968,80
8	8	4,50	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,36	0,00	6.708.853,26
9	9	10,50	300-300	2000	45,00	10,00	30	1,67	0,00	17.438,00
10	10	2,40	300-300	2000	-	-	30	1,30	0,00	0
11	11	Tidak dilakukan perhitungan								
12	12									
13	13									





Gambar 3. Pola penyebaran batubara dan lokasi titik bor daerah Muara Lawai

**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN ENDAPAN BATUBARA  
DAERAH SIONDOP KABUPATEN TAPANULI SELATAN  
PROVINSI SUMATERA UTARA**

**Oleh : Ir. J.A. Eko Tjahjono DESS**

**SARI**

Daerah penyelidikan batubara sebagian besar terletak di Daerah Siondop dan sekitarnya, Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada Koordinat 01°05'00" – 01°20'00" Lintang Utara dan 99°02'00" – 99°17'00" Bujur Timur. Lokasi penyelidikan terletak lebih kurang 35 km ke arah Baratdaya Kota Padangsidempuan yang merupakan Ibukota Kabupaten Tapanuli Selatan.

Kegiatan penyelidikan pendahuluan sumberdaya batubara ini adalah salah satu upaya dalam mendukung kebijakan diversifikasi energi yang merupakan salah satu energi alternatif sebagai strategi untuk menambah kekurangan energi dimasa mendatang. Maka Daerah Siondop dan sekitarnya dipilih sebagai daerah penyelidikan yang diperkirakan mempunyai potensi sumberdaya endapan batubara.

Geologi daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Bagian Barat (Cekungan Sibolga), secara stratigrafi tersusun oleh batuan Pra Tersier dan Tersier. Batuan Pra Tersier yaitu merupakan Kelompok Woyla tak terbedakan, antara lain berupa metabatugamping, metatufa, batusabak dan filit yang berumur Kapur, sedangkan Batuan Tersier terdiri dari Formasi Barus dengan Anggota Bawah Formasi Barus, dominan endapan batupasir yang berumur Oligosen sampai Miosen Tengah, yang kemudian disusul dengan pengendapan tidak selaras dari batuan vulkanik dari Formasi Gunung Api Angkola serta diakhiri dengan endapan Recen berupa alluvial sungai. Endapan batubara terbentuk pada suatu antiklin dan sayap sinklin dari Formasi Barus yang berarah relatif Baratlaut-Tenggara dan terkena struktur zona patahan sumatera yang sangat kompleks.

Endapan batubara diperkirakan lebih dari 3 seam, berwarna hitam pekat, kusam, sebagian kecil mengkilap, tidak berlapis (masive), mudah pecah dan mengotori tangan. Ketebalan lapisan batubara di daerah tersebut sangat bervariasi mulai dari 15 centimeter sampai sekitar 1 meter, dengan kemiringan lapisan sekitar 15°- 60°. Hasil analisis Proksimat dan Petrography batubara tersebut menunjukkan bahwa kandungan kalori rata-rata adalah 4472 Cal/gr dengan kadar sulfur rata-rata sekitar 0,72%, maka batubara di daerah penyelidikan masuk dalam klasifikasi Low Range Coal dan berupa

Clean Coal yang kaya Vitritine dengan reflektansi rata-rata antara 0,30% sampai 0,32% (Immature).

Potensi sumberdaya batubara kalau dihitung sampai kedalaman 25 meter yaitu sekitar 275.835 Ton. Jika dihitung sampai kedalaman 50 meter, mempunyai potensi sumberdaya sekitar 551.670 Ton. Oleh karena itu, maka batubara di daerah tersebut disarankan sebaiknya dapat dipakai sebagai bahan baku campuran batubara (Blending), maka perlu adanya eksplorasi yang lebih detil lagi, dengan menggunakan metode out crop drilling, paritan dan sumuran.

## **PENDAHULUAN**

### **Lokasi Penyelidikan**

Secara administratif, lokasi daerah penyelidikan terletak disekitar Daerah Siondop, masuk ke dalam wilayah pemerintahan Kecamatan Angkola Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan, Propinsi Sumatera Utara. Secara geografis, daerah penyelidikan terletak pada Koordinat  $01^{\circ}05'00''$  -  $01^{\circ}20'00''$  LU dan  $99^{\circ}02'00''$  -  $99^{\circ}17'00''$  BT. Lokasi penyelidikan berada di sebelah Baratdaya Kota Padang Sidempuan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1.

Daerah penyelidikan dapat dicapai dengan kendaraan roda empat dari Kota Medan menuju Kota Padang Sidempuan dengan waktu tempuh sekitar 12 jam., kemudian dilanjutkan dengan kendaraan roda empat menuju Daerah Siondop dengan jarak sekitar 35 km. Di lapangan dilanjutkan dengan menggunakan kendaraan roda dua dan berjalan kaki.

### **Geologi Umum**

Daerah penyelidikan terletak di bagian Baratlaut Pulau Sumatera, secara fisiografi dicirikan oleh dataran dan kelompok perbukitan bergelombang rendah dan terjal yang mempunyai ketinggian hingga 1000 m. Secara umum tatanan tektonik geologi disekitar daerah penyelidikan terletak pada Cekungan Sumatera bagian barat (Sibolga Basin), Cekungan ini adalah merupakan jalur Fore-Arc Basin, berupa suatu rangkaian blok graben yang terjadi pada Awal Tersier, akibat adanya respon tekanan dari arah timur – barat. Secara fisiografi geologi Cekungan Sumatera bagian barat tersebut, pada bagian timur dibatasi oleh rangkaian tinggian Bukit Barisan yaitu yang membatasi Cekungan Sumatera bagian barat dengan Cekungan Sumatera Tengah. Pada bagian barat cekungan dibatasi oleh rangkaian busur kepulauan yang terletak disebelah barat Pulau Sumatera. (Gambar 2).

Menurut J.A. Aspden; dkk, 1982, stratigrafi regional cekungan tersebut terbentuk dari seri graben yang terjadi pada Awal Tersier (Eosen – Oligosen), yang di alasi (Basement) oleh endapan batuan Pra-Tersier dari Formasi Kluet yang berumur Karbon sampai Perm, terdiri dari meta arenit dan argilit serta horfel. Di tempat lain di alasi oleh Kelompok Woyla tak terbedakan yang berumur Kapur, terdiri dari batuan Gn. Api, sekis hijau, meta tufa, metabatugamping, metawake, batusabak dan filit. Selanjutnya diawali dengan diendapkannya batuan sedimen klastik kasar, dimulai sejak Eosen Akhir sampai Oligosen, yaitu mulai diendapkannya endapan klastik kasar dari Formasi Sibolga pada lingkungan pengendapan fluvial sampai paralic yang berupa endapan konglomerat dan batupasir lanauan yang kaya fosil daun. Kemudian disusul dengan endapan Oligo-Miosen secara tidak selaras oleh Anggota Bawah dari Formasi Barus yang diendapkan dalam lingkungan pengendapan fluvial yang umumnya di dominasi oleh endapan batuan sedimen kasar, pada bagian bawah didominasi dengan endapan batupasir pejal. Kemudian selanjutnya diendapkan endapan sedimen halus dalam lingkungan pengendapan paralic sampai sub-litoral dari Formasi Barus pada Miosen Tengah. Selanjutnya diendapkan Anggota Parlampungan dari

Formasi Barus dalam lingkungan pengendapan marin, yang kemudian disusul pengendapan secara tidak selaras dari batuan vulkanik dari Formasi Gunungapi Angkola secara ekstensif sampai Pliosen. Kemudian Formasi Gunung Api Angkola beserta formasi batuan lainnya, diterobos oleh batuan intrusi dari Granodiorit, Diorit dan Sub-Intrusi gunung api. Terakhir sedimentasi di daerah tersebut ditutup sebagian oleh endapan endapan aluvial.

Struktur geologi regional disekitar daerah penyelidikan terdapat pada Cekungan Sumatera bagian barat, yang berupa graben. Struktur geologi pada Cekungan tersebut disebabkan oleh adanya tekanan tektonik yang berasal dari arah Timur – Barat pada Awal Paleogen. Struktur orde pertama umumnya berarah baratlaut – tenggara, yang berupa patahan utama jenis mengangan (right lateral strike slip fault). Struktur yang terjadi pada zaman Neogen umumnya berupa patahan orde dua yang berarah utara – baratlaut sampai arah utara, yang merupakan patahan mengangan dan sedikit patahan normal yang berarah timurlaut, serta sumbu sumbu lipatan yang berarah barat – baratlaut. Sedangkan patahan orde tiga umumnya berarah utara – timurlaut, yang merupakan patahan mengangan.

## HASIL PENYELIDIKAN

Daerah penyelidikan sebagian besar tersusun oleh batuan berumur Tersier terdiri dari batuan sedimen klastik kasar dan batuan vulkanik gunungapi yang berumur Oligo-Miosen hingga Miosen dengan komposisi sekitar 45% didominasi oleh batuan sedimen dari Formasi Barus dan 25% ditempati batuan vulkanik gunungapi, sedangkan endapan Kwartir berupa aluvial tersingkap di bagian baratdaya, yang menempati sekitar 29% wilayah penyelidikan dan sedikit sekali sekitar 1% terdapat singkapan batuan Pra Tersier dari Kelompok Woyla. Satuan batuan yang menyusun daerah penyelidikan dapat dilihat dan diamati pada gambar 3.

### Geologi Daerah Penyelidikan

Geomorfologi daerah penyelidikan dapat dikelompokkan menjadi dua satuan morfologi yaitu :

1. Satuan morfologi pedataran.
2. Satuan morfologi perbukitan terjal.

Satuan morfologi pedataran, umumnya terdapat pada bagian baratdaya daerah penyelidikan, yang menempati sekitar 30% daerah penyelidikan, menyebar tidak merata memanjang hampir berarah baratlaut-tenggara, yaitu disekitar pertemuan aliran sungai utama dengan anak sungai, yang terdiri dari endapan aluvial

dan endapan rawa-rawa, umumnya merupakan lahan perkebunan dan tempat pemukiman penduduk. Mempunyai rata-rata ketinggian sekitar 2 meter sampai 25 meter dari permukaan laut.

Satuan morfologi perbukitan terjal, umumnya terdapat pada bagian utara, timur dan selatan daerah penyelidikan, yang menyebar tidak merata, menempati sekitar 70% daerah penyelidikan, terletak menyebar di sekitar puncak dan lereng pegunungan. Terdiri dari batuan sedimen batupasir halus sampai kasar dari Formasi Barus dan batuan vulkanik. Umumnya berupa hutan primer, baik hutan lindung dan hutan konservasi, tidak ditempati penduduk, mempunyai rata-rata ketinggian antara 25 meter sampai lebih 900 meter dari muka laut.

Daerah penyelidikan dialiri oleh 2 buah sungai besar, yaitu sungai Batang Salai yang mengalir dari utara daerah penyelidikan yang belok mengalir ke arah barat dan selatan, yang kemudian bermuara pada sungai utama Batang Gadis yang terdapat di selatan daerah penyelidikan, yang mengalir dari barat ke arah timur, sekaligus merupakan batas wilayah Kabupaten Tapanuli Selatan dengan Kabupaten Mandailing-Natal. Anak anak sungai mengalir menuju sungai utama umumnya dengan pola aliran dendritik dan sub paralel.

Stratigrafi Daerah Penyelidikan, yang terdapat di Cukungan Sumatera bagian Barat adalah merupakan endapan darat sampai laut dangkal yang telah mengalami Transgresi dengan dasar cekungan berupa endapan batuan Pra-Tersier dari Kelompok Woyla tak terbedakan yang berumur Kapur. Sedimentasi batuan pada Cekungan tersebut diawali dengan endapan batuan Tersier, diantaranya yang tersingkap di daerah penyelidikan berupa endapan batupasir pejal dari Anggota Bawah Formasi Barus yang berumur Oligo-Miosen yang merupakan dasar dari endapan-endapan batuan sedimen Tersier di daerah penyelidikan. Selanjutnya pada Miosen Awal sampai Tengah diendapkan Formasi Barus secara selaras. Kemudian terjadi pengangkatan pada Miosen Tengah dan terjadi adanya jeda waktu, yang kemudian diendapkan batuan vulkanik dari Formasi Gunungapi Angkola secara tidak selaras diatas Formasi Barus, dan terakhir pada Holosen diendapkan endapan aluvial. Uraian litologi formasi batuan dari yang berumur tua sampai yang berumur muda di daerah penyelidikan ditabulasikan seperti tertera pada Tabel 1.

Struktur geologi yang terdapat pada daerah Penyelidikan yaitu sebagian berupa lipatan dan patahan pada Cekungan Sumatera bagian Barat yang disebabkan oleh adanya tekanan

yang berpengaruh terhadap sedimentasi yang berumur Tersier, berupa jalur patahan besar seperti yang terlihat pada bagian tengah daerah penyelidikan, yang mana terdapat patahan utama pada Anggota Bawah Formasi Barus yang berumur Oligo-Miosen yang berarah Baratlaut – Tenggara yang merupakan struktur orde pertama di daerah penyelidikan dan berupa patahan utama jenis mengangan (right lateral strike slip fault) dan lipatan yang berupa antiklin utama yang umumnya juga berarah baratlaut - Tenggara. Struktur yang terjadi pada zaman Neogen umumnya berupa patahan orde dua yang berarah Utara – Baratlaut sampai arah utara, yang berupa patahan mengangan dan sedikit patahan normal yang berarah TimurLaut, serta sumbu sumbu lipatan kecil yang berarah Barat – Baratlaut sampai Baratlaut. Sedangkan patahan orde tiga yang umumnya berarah Utara – Timurlaut.

#### **Data lapangan**

Data lapangan umumnya berupa data singkapan batuan sedimen yang berupa batulempung dan sebagian batulanau yang diperkirakan mengandung sisipan batubara, yang kemudian di diskripsi mengenai kondisi fisik dan ketebalan lapisan batuananya. Data singkapan endapan batubara tersebut meliputi data lokasi geografis ditemukannya singkapan, bisa berupa

nama desa atau bukit (Dolok) disekitar singkapan tersebut. Selanjutnya dilengkapi dengan kode lokasi dan hasil pengukuran koordinat, serta arah jurus dan kemiringan maupun hasil pengamatan litologi dan keterangan kondisi singkapan batuan. Data lainnya yaitu merupakan data-data dari aspek geologinya. Data lapangan di daerah penyelidikan tersebut telah dirangkum dan ditabulasikan dalam Tabel 2.

Data lapangan yang harus diperhatikan yang berkaitan dengan potensi endapan batubara di daerah penyelidikan yang tersingkap berupa batubara berwarna hitam legam, kusam kadang terdapat sisipan mengkilap, masif tidak berlapis yang mengotori tangan, di beberapa tempat kadang terdapat sisipan batulempung karbonan. Singkapan batubara yang mempunyai ketebalan lebih dari 0,4 meter, yang terdapat di lapangan adalah tertera pada lokasi-lokasi singkapan sebagai berikut :

1. Singkapan batubara pada lokasi SIO-01, Strike/Dip  $N120^{\circ}E/10^{\circ}$ , terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal sekitar 1 meter.
2. Singkapan batubara pada lokasi SIO-02, Strike/Dip  $N112^{\circ}E/07^{\circ}$ , terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal 1 meter, diperkirakan masih satu seam dengan SIO-01.
3. Singkapan batubara pada lokasi SIO-03, Strike/Dip  $N150^{\circ}E/05^{\circ}$ , terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan karbonan 30 cm, pejal, tebal sekitar 0,75 meter. Diperkirakan juga masih satu seam dengan batubara yang ada pada lokasi SIO-01 dan SIO-02.
4. Singkapan batubara pada lokasi SIO-04, Strike/Dip  $N145^{\circ}E/15^{\circ}$  terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,4 meter.
5. Singkapan batubara pada lokasi SIO-06, Strike/Dip  $N130^{\circ}E/10^{\circ}$ , terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,4 meter.
6. Singkapan batubara pada lokasi SIO-07, Strike/Dip  $N130^{\circ}E/13^{\circ}$  terdapat di jalan perkayuan, di sekitar Dolok Adian Rindang, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,4 meter. Diperkirakan masih satu seam dengan SIO-04 dan SIO-06
7. Singkapan batubara pada lokasi SIO-08, Strike/Dip  $N90^{\circ}E/48^{\circ}$ , terdapat di

jalan setapak, di sekitar Dolok Adian Lumut, berwarna hitam legam, kusam, terdapat sisipan batulempung 50 cm, masif, mudah pecah, tebal 1 meter dan 25 cm yang dipisahkan oleh sisipan batulempung.

8. Singkapan batubara pada lokasi SIO-15, Strike/Dip  $N180^{\circ}E/15^{\circ}$ , terdapat di jalan setapak, di sekitar Dolok Sumbaon Darat, berwarna hitam kusam, dengan sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,4 meter.
9. Singkapan batubara pada lokasi SIO-17,  $N274^{\circ}E/10^{\circ}$ , terdapat di jalansetapak, di sekitar Dolok Sumbaon Darat, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan mengkilap, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,65 meter, yang diperkirakan satu seam dengan SIO-15.
10. Singkapan batubara pada lokasi SIO-19, Strike/Dip  $N137^{\circ}E/63^{\circ}$  terdapat di jalan setapak, di sekitar bukit Pardomuan, berwarna hitam kusam, terdapat sisipan batulempung karbonan 10 cm, masif, mudah pecah, tebal sekitar 0,25 meter dan 0,55 meter yang dipisahkan dengan sisipan batulempung karbonan.

Interpretasi model dari endapan batubara, sementara ini hanya semata-mata berdasarkan sifat fisik singkapan batuan dan batubara di daerah penyelidikan, yang dapat direkonstruksi dan diketahui dari hasil pengamatan

pada lokasi singkapannya, yang menyebar disekitar sayap sumbu-sumbu antiklin di daerah penyelidikan. Tanpa melihat dari hasil analisisnya, maka untuk sementara ini yang dianggap sebagai endapan batubara yang berpotensi adalah lapisan batubara yang mempunyai ketebalan minimal 0,4 meter, yang pada Formasi Barus dan Anggota Bawah dari Formasi Barus yang tersebar di sekitar tengah daerah penyelidikan, dengan pola sebaran yang tidak merata dan mempunyai kemiringan bervariasi sekitar  $5^{\circ}$  sampai  $60^{\circ}$  dengan arah sebaran yang sangat tidak konsisten akibat dari banyaknya patahan-patahan. Model endapan batubara di daerah tersebut yaitu berupa lensa lensa yang terpotong tidak menerus dalam struktur geologi yang sangat kompleks dengan lapisan endapan batubara yang banyak pengotor dan relatif tipis. Perihal model endapan batubara yang demikian menunjukkan bahwa batubara yang terdapat di sekitar daerah penyelidikan tersebut diendapkan dalam lingkungan pinggiran cekungan yang berasosiasi dengan endapan klastik kasar pada endapan fluviatil yang dipengaruhi pengotor dari endapan lempung karbonan dari suatu meander meander sungai.



### Kualitas Batubara

Pengambilan contoh dilakukan terhadap singkapan batubara yang tebalnya lebih dari 0,4 meter dari Formasi Barus dengan Anggota Bawah Formasi Barus. Analisis dilakukan untuk mengetahui karakteristik, kualitas dan potensi batubara. Kualitas batubara ditentukan dari hasil analisis kimia dan petrografi batubara. Contoh yang dianalisis berasal dari singkapan sebanyak 8 buah, sedangkan yang dianalisis petrografi organik sebanyak 4 buah.

Analisis proksimat dari 8 contoh batubara dilakukan dengan dasar dianginkan pada udara kering (adb) kecuali penentuan kandungan air total dan air bebas. Hasil analisis kimia batubara Daerah Siondop tersebut dapat dipelajari pada tabel 3.

Hasil analisis Kimia/Fisika batubara di daerah penyelidikan menunjukkan bahwa nilai kalori batubara di daerah tersebut rata rata sekitar 4472 Cal/gr dengan kadar abu rata rata sekitar 12,33%, kecuali pada singkapan Sio-20 dengan kalori 656 cal/gr adalah merupakan batulempung karbonan dengan kadar abu yang sangat tinggi sekitar 78,59 %.

Kadar belerang total rata rata sekitar 0,72%, yang menunjukkan angka yang cukup kecil, hal ini menunjukkan bahwa lingkungan

pengendapannya tidak banyak dipengaruhi oleh lingkungan air laut.

HGI atau nilai kekerasannya sangat bervariasi, yaitu mulai dari 39 sampai 133, yang menunjukkan bahwa batubara di daerah tersebut ada yang mudah hancur seperti serbuk sampai yang sulit hancur seperti bongkah, hal ini disebabkan oleh faktor materi komposisi batubara beserta lingkungan pengendapannya dan faktor tektonik dari patahan yang sangat intensif dan sangat kompleks.

Total moisture rata rata sekitar 43,55% adalah cukup besar, sedangkan inheren moisture sekitar 13,81% adalah cukup kecil, yang berarti bahwa kondisi fisik endapan batubara di daerah ini adalah sangat berpori dan mudah retak.

Mengingat rendahnya nilai kalori dan fixed carbon maka dapat dikategorikan bahwa batubara di daerah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai *Low Rang Coal*. Dengan mengingat kadar belerangnya yang relatif kecil maka batubara tersebut merupakan batubara yang ramah lingkungan (*Clean Coal*).

Hasil analisis petrografi batubara (Organic Petrography Analysis) dari 4 contoh batubara pada Formasi Barus di daerah penyelidikan adalah seperti tertera pada tabel 4.

Dari hasil analisis petrografi di atas tampak bahwa nilai rata-rata reflektansi vitrinit dari setiap contoh

batubara yang dianalisis tidak memperlihatkan perbedaan yang cukup menyolok yaitu berkisar antara 0,30 % – 0,32 %, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kematangannya masih belum matang (*immature*). Sebagaimana batubara Indonesia pada umumnya komposisi maseral Vitrinit sangat dominan yaitu berkisar dari 87,2% sampai 94,9 % yang terdiri dari Texto-ulminite, Densinite dan Porigelinite. Maseral Liptinit berkisar dari 2,1% sampai 3,5 % terdiri dari Sporinit, Cultinite, Resinite, Liptodetrinite dan maseral Inertinit berkisar dari 0,6% sampai 3,8 % yang terdiri dari Fusinite, Semifusinite, Sclerotinite, inertodetrinite. Hal ini menunjukkan bahwa material pembentuk batubara umumnya berasal dari kayu atau tetumbuhan tingkat tinggi. Kandungan material lempung dan oksida besi dari contoh yang dianalisis berkisar dari 1,8% sampai 6,2%, hal ini menunjukkan bahwa kandungan mineral pada batubara di daerah ini sangat bervariasi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pengendapannya.

### Potensi Sumberdaya Batubara

Potensi sumberdaya endapan batubara dalam hal ini semata-mata hanyalah dilihat dari rekonstruksi singkapan batubara di permukaan di daerah penyelidikan.

Maka hal ini dapat diketahui bahwa perhitungan potensi sumberdaya endapan batubara di daerah penyelidikan pada umumnya merupakan sebaran dari singkapan batubara di daerah penyelidikan dengan ketebalan minimum berkisar lebih dari dari 0,4 m yang menyebar pada bagian tengah dan timur daerah penyelidikan.

Penghitungan potensi sumberdaya endapan batubara dilakukan terhadap lapisan batubara yang secara geologi dicurigai memiliki kelas sub-bituminous dengan batasan kriteria perhitungan berdasarkan kondisi geologi yang sangat kompleks, adalah sebagai berikut :

P = Panjang lapisan ke arah jurus dihitung hingga 100 m dari kiri dan kanan singkapan

L = Lebar lapisan ke arah kemiringan dihitung hingga kedalaman 25 m

T = Ketebalan lapisan batubara minimal 0,4 meter

BJ = SG = Berat Jenis batubara (rata - rata).

Potensi sumberdaya =  $P \times L \times T \times BJ$

Berdasarkan kriteria di atas diperoleh hasil perhitungan potensi sumberdaya batubara di daerah penyelidikan, yang dirangkum dalam tabulasi perhitungan pada tabel 5.

Berdasarkan pengamatan sifat fisik dan litostratigrafi pelamparan singkapan batubara di lapangan, maka dibuat suatu rekonstruksi mengenai

korelasi singkapan batubara yang diperkirakan terdapat 2 lapisan batubara pada Formasi Barus, yaitu korelasi di bagian utara diperkirakan pada singkapan Sio-01, Sio-02, dan Sio-03, sedangkan Sio-04, Sio-05, Sio-06 dan Sio-07 juga merupakan satu seam lainnya. Korelasi di bagian selatan diperkirakan pada singkapan Sio-09 dan Sio-10 merupakan satu seam, sedangkan singkapan Sio-11 dan Sio-12 merupakan satu seam lainnya. Selain itu juga terdapat 1 lapisan batubara pada Anggota Bawah Formasi Barus, yang terletak disekitar puncak sumbu antiklin dengan arah kemiringan yang tidak beraturan, yaitu korelasi pada singkapan Sio-13, Sio-14, Sio-15, Sio-16, Sio-17 dan Sio-18.

Berdasarkan data geologi, daerah tersebut dikategorikan daerah yang mempunyai struktur geologi yang sangat kompleks yang terletak pada zona patahan semangko, dengan sistim sedimentasi rezim berarus kuat dan berbutir kasar pada pinggir cekungan, sehingga sedimentasi batubara relatif tipis dan berbentuk lensis, untuk itu potensi batubara dihitung sampai kedalaman yang tidak terlalu dalam, yaitu sampai kedalaman 25 meter. Maka potensi sumberdaya endapan batubara di daerah penyelidikan diperkirakan sekitar 275.835 Ton. Bila diinginkan perhitungan sampai kedalaman 50 meter, maka potensi

sumberdaya batubara diperkirakan sekitar 551.670 Ton.

Prospek pemanfaatan endapan batubara di daerah tersebut sangat penting sebab dalam kondisi adanya krisis energi di Indonesia, maka perlu digalakkan usaha eksplorasi bahan galian yang erat hubungannya dengan pemanfaatan energi, sesuai dengan anjuran pemerintah, bahwa perlu adanya penggunaan atau pemanfaatan energi lain selain minyak bumi (diversifikasi energi). Oleh karena itu dengan adanya potensi endapan batubara tersebut, seterusnya perlu ditindaklanjuti pemanfaatannya dan pengembangannya, guna memperoleh hasil yang sangat optimal.

Untuk pengembangan mengenai jumlah potensi sumberdaya endapan batubara tersebut perlu adanya kegiatan lanjutan dengan melakukan pemboran uji singkapan (out crop drilling) guna mengetahui ketebalan dan pelamparan endapan batubara kearah jurus, serta kemiringan lapisan batubara secara detil. Pengembangan penyelidikan selanjutnya sebaiknya endapan batubara yang terdapat pada Formasi Barus dan Anggota Bawah Formasi Barus mempunyai hasil analisis kandungan kadar belerang yang sangat kecil dan sangat baik sebagai bahan campuran batubara (Blending), atau dipakai sebagai bahan untuk upgrading batubara.

## KESIMPULAN

1. Endapan batubara terdapat pada Formasi Barus dan Anggota Bawah Formasi Barus, yang diendapkan dalam Cekungan Sumatera bagian Barat ( Cekungan Sibolga ) pada posisi Fore-Arc Basin.
2. Endapan batubara umumnya berwarna hitam kusam, di beberapa tempat mengkilap, masif tidak berlapis, mudah pecah sebagian keras yang diendapkan pada lingkungan batuan klastik kasar dalam lingkungan pengendapan fluvial, terdapat menyebar secara sporadis berupa lensis pada bagian tengah dan timur didaerah penyelidikan.
3. Ketebalan singkapan lapisan batubara berkisar dari 0,15 meter sampai 1 meter, dengan kemiringan lapisan berkisar  $5^{\circ}$  sampai  $60^{\circ}$ , umumnya landai sampai sedang, dengan arah jurus lapisan umumnya berarah baratlaut-tenggara.
4. Zona sebaran korelasi antar singkapan batubara, sementara ini berdasarkan ciri fisik dan struktur batuan serta kelurusan litostratigrafi, maka sebaran lapisan batubara diperkirakan ada 2 lapis (Seam) pada Formasi Barus dan 1 lapis (Seam) pada Anggota Bawah Formasi Barus, umumnya melensa.
5. Hasil analisis fisika/kimia contoh batubara dari laboratorium menunjukkan bahwa nilai kalori relatif rendah (Rata-rata 4472 Cal/gr), sehingga dapat diklasifikasikan sebagai *Low Range Coal* dengan kadar belerang yang cukup rendah (Rata-rata 0,72 %) yang dapat diklasifikasikan sebagai *Clean Coal*.
6. Hasil analisis Petrography Organik menunjukkan bahwa Maseral batubara umumnya didominasi oleh kandungan Vitrinite sekitar 88,3% sampai 94,9% yang menunjukkan bahwa batubara tersebut dibentuk oleh jenis tumbuhan berkayu (Tumbuhan tingkat tinggi) dengan hasil rata-rata Reflektan Maksimum sekitar 0,30% sampai 0,32% yang menunjukkan bahwa tingkat kematangan batuan disekitar daerah tersebut dikategorikan sebagai *Immature*.
7. Potensi sumberdaya batubara yang dihitung sampai kedalaman 25 meter dengan ketebalan lapisan batubara minimum 0,4 meter yaitu sebesar 275.835 Ton. Jika dihitung sampai kedalaman 50 meter yaitu mempunyai potensi sumberdaya sebesar 551.670 Ton.

## SARAN

Secara stratigrafi, endapan batubara pada satuan batuan Formasi Barus adalah merupakan endapan

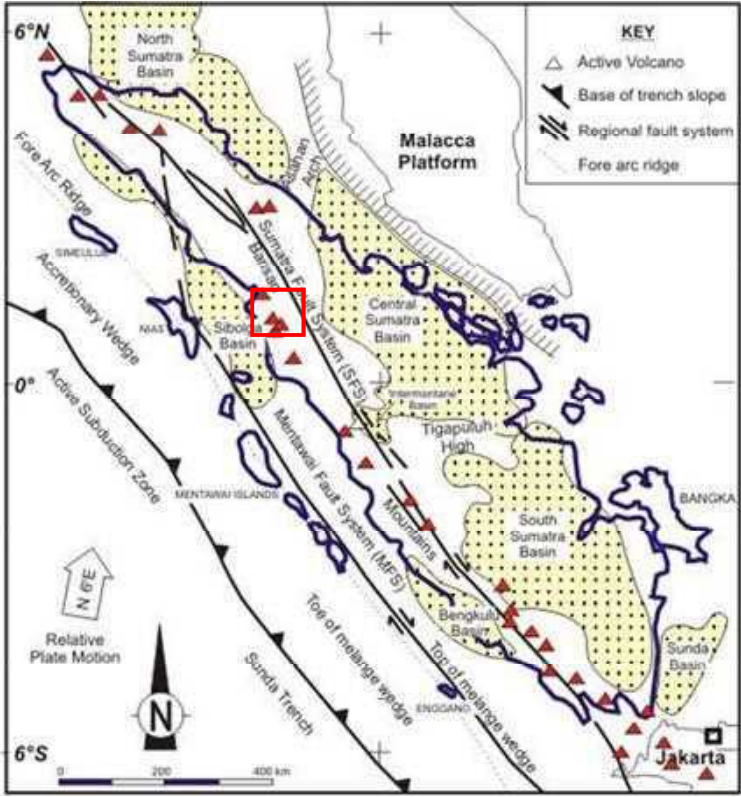
batubara yang relatif tipis melensis dan tidak menerus, serta banyak terpotong oleh adanya patahan lokal maupun regional, untuk itu perlu harus dilakukan pemetaan struktur geologi dan pemboran dangkal guna melanjutkan eksplorasi yang lebih detail. Selain itu perlu adanya pembuatan paritan dan sumur uji guna pengupasan lapisan batubara yang tidak tersingkap secara jelas.

#### DAFTAR PUSTAKA

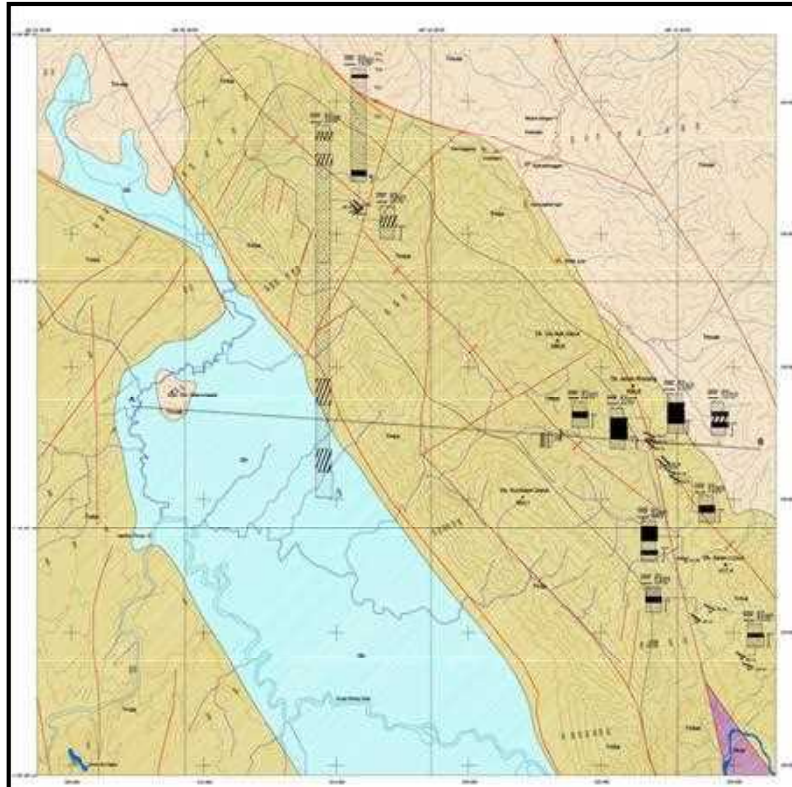
- Abiratno Wongsosantiko, 1976**, Lower Miocene Duri Formation Sands, Central Sumatra Basin, Proceedings IPA, hal 133 – 150, Fifth Annual Convention. Jakarta.
- Aspden J.A, Kartawa W, dkk, 1982**, Geologi Lembar Padang Sidempuan dan Sibolga, Sumatra, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- De Coster G.L, 1974**; The Geology of The Central and South Sumatera Basin, Proceeding IPA, Third Annual Convention. Jakarta.
- Herman Darman and Hasan Sidi F, 2000**, The Geology of Indonesia, Indonesian Association of Geologists, Jakarta.
- Tjahjono Eko, 2010**, Penyelidikan Pendahuluan endapan Bitumen Padat Daerah Sipupus Kabupaten Tapanuli selatan, Prov. Sumatera Utara.
- Mark P;** Stratigraphic Lexicon of Indonesia, Publikasi Keilmuan Seri Geologi, Pusat Jawatan Geologi, Bandung.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Siondop, Kab. TapSel, Prov. Sumatera Utara.



Gambar 2. Konfigurasi Tatanan Tektonik pada Cekungan Sumatera.



Gambar 3. Peta Geologi Daerah Penyelidikan Serta Sebaran Singkapan Batuan dan Batubara.

Tabel 1. Stratigrafi Lokal Formasi Batuan di Daerah Penyelidikan.

Zaman	Kala	Formasi	Keterangan	Endapan	
Kwartar	Holosen	Aluvial (Qh)	Lumpur, lanau dan pasir serta kerakal.	Darat	
	Plistosen		<b>Jeda Waktu</b>		
Tersier	Pliosen			Gn Api Angkola (Tmvak)	Andesit, aglomerat, basal
	Miosen	Akhir	<b>Jeda Waktu</b>		
		Tengah	Barus (Tmba)	Batupasir halus-kasar dng sisipan serpih karbonan dan batubara.	Fluviatil Paralic
		Awal			
	Oligosen		<b>Jeda Waktu</b>		
	Pra Tersier	Kapur	Grup Woyla (Muw)	Metavulkanik, sekis hijau, bt.sabak, metatufa, meta wake, meta batugamping.	-



Tabel 2. Data Singkapan Batubara pada Lokasi Daerah Penyelidikan.

No	Stasiun	Koordinat		Strike/Dip	Diskripsi	Keterangan
		Lintang Utara	Bujur Timur			
1.	SIO-01	01 <sup>0</sup> 11'53,0"	99 <sup>0</sup> 14'27,8"	N120 <sup>0</sup> E/10 <sup>0</sup>	Bb,1 m	Di Dk. Adian Rindang
2.	SIO-02	01 <sup>0</sup> 11'45,8"	99 <sup>0</sup> 14'30,0"	N112 <sup>0</sup> E/07 <sup>0</sup>	Bb,1 m	Di Dk. Adian Rindang
3.	SIO-03	01 <sup>0</sup> 11'41,4"	99 <sup>0</sup> 14'28,1"	N150 <sup>0</sup> E/05 <sup>0</sup>	Bb, 20cm Carb30cm Bb, 25cm	Di Dk. Adian Rindang
4.	SIO-04	01 <sup>0</sup> 11'18,1"	99 <sup>0</sup> 14'42,4"	N145 <sup>0</sup> E/15 <sup>0</sup>	Bb, 40cm	Di Dk. Adian Rindang
5.	SIO-05	01 <sup>0</sup> 11'21,1"	99 <sup>0</sup> 14'47,7"	N135 <sup>0</sup> E/12 <sup>0</sup>	Bb, 35cm	Di Dk. Adian Rindang
6.	SIO-06	01 <sup>0</sup> 11'08,3"	99 <sup>0</sup> 14'53,1"	N130 <sup>0</sup> E/10 <sup>0</sup>	Bb, 40cm	Di Dk. Adian Rindang
7.	SIO-07	01 <sup>0</sup> 10'59,3"	99 <sup>0</sup> 14'58,5"	N130 <sup>0</sup> E/13 <sup>0</sup>	Bb, 40cm	Di Dk. Adian Rindang
8.	SIO-08	01 <sup>0</sup> 09'20,9"	99 <sup>0</sup> 15'08,2"	N 90 <sup>0</sup> E/48 <sup>0</sup>	Bb, 1 m Blp, 50cm Bb, 25cm	Di Dk. Adian Lumut.
9.	SIO-09	01 <sup>0</sup> 08'21,5"	99 <sup>0</sup> 15'40,8"	N125 <sup>0</sup> E/30 <sup>0</sup>	Bb, 20cm	Di Dk. Adian Lumut.
10.	SIO-10	01 <sup>0</sup> 08'09,0"	99 <sup>0</sup> 15'24,0"	N135 <sup>0</sup> E/30 <sup>0</sup>	Bb, 25cm	Di Dk. Adian Lumut.
11.	SIO-11	01 <sup>0</sup> 07'22,9"	99 <sup>0</sup> 16'19,9"	N130 <sup>0</sup> E/25 <sup>0</sup>	Bb, 15cm	Di Dk. Adian Lumut.
12.	SIO-12	01 <sup>0</sup> 07'10,1"	99 <sup>0</sup> 16'27,9"	N118 <sup>0</sup> E/20 <sup>0</sup>	Bb, 25cm	Di Dk. Adian Lumut.
13.	SIO-13	01 <sup>0</sup> 11'51,0"	99 <sup>0</sup> 12'40,8"	N240 <sup>0</sup> E/25 <sup>0</sup>	Bb, 20cm	Dk. Sumbaon Darat.
14.	SIO-14	01 <sup>0</sup> 11'51,9"	99 <sup>0</sup> 12'39,5"	N185 <sup>0</sup> E/12 <sup>0</sup>	Bb, 30cm	Dk. Sumbaon Darat.
15.	SIO-15	01 <sup>0</sup> 11'52,6"	99 <sup>0</sup> 12'39,4"	N180 <sup>0</sup> E/15 <sup>0</sup>	Bb, 40cm	Dk. Sumbaon Darat.

16.	SIO-16	01 <sup>0</sup> 11'52,9"	99 <sup>0</sup> 12'38,9"	N175 <sup>0</sup> E/15 <sup>0</sup>	Bb, 20cm	Dk. Sumbaon Darat.
17.	SIO-17	01 <sup>0</sup> 11'53,3"	99 <sup>0</sup> 12'39,0"	N274 <sup>0</sup> E/10 <sup>0</sup>	Bb, 65cm	Dk. Sumbaon Darat.
18.	SIO-18	01 <sup>0</sup> 11'54,0"	99 <sup>0</sup> 12'38,0"	N245 <sup>0</sup> E/30 <sup>0</sup>	Blp 50cm Bb, 25cm	Dk. Sumbaon Darat.
19.	SIO-19	01 <sup>0</sup> 16'35,2"	99 <sup>0</sup> 08'32,3"	N137 <sup>0</sup> E/63 <sup>0</sup>	Bb 25 cm Blp 10 cm Bb, 55cm	Pardomuan 1  Jalan setapak
20.	SIO-20	01 <sup>0</sup> 16'32,5"	99 <sup>0</sup> 08'27,3"	N145 <sup>0</sup> E/45 <sup>0</sup>	Carb 35cm Blp 25 cm Carb 30cm Blp 130 cm Carb 10cm Blp 9 m Carb 2,1m Blp 3,4 m Carb 2,4 m	Pardomuan 2  Jalan setapak
21.	SIO-21	01 <sup>0</sup> 16'28,6"	99 <sup>0</sup> 08'31,8"	N245 <sup>0</sup> E/30 <sup>0</sup>	Carb 55cm Blp, 2 m	Pardomuan 3 di Sungai .

Bb : Batubara. Carb : Batulempung Karbonan. Blp : Batulempung. Dk : Dolok

Tabel 3. Hasil Analisis Kimia/Fisika Batubara Daerah Siondop.

Analysis	Unit	Kode Contoh							
		Sio.01	Sio.02	Sio.04	Sio.08	Sio.14	Sio.17	Sio.19	Sio.20
FM	%	40.79	33.54	44.66	19.19	41.00	42.32	21.36	8.36
TM	%	48.88	42.48	55.11	28.20	48.86	50.54	30.78	11.76
<b>Proximate</b>									
Moisture	%	13.66	13.45	18.88	11.15	13.33	14.25	11.98	3.64
Volatile M	%	43.01	43.10	42.18	32.37	43.74	43.63	33.17	12.29
F. Carbon	%	28.38	29.80	29.43	51.99	25.76	28.31	42.07	5.48
Ash	%	14.95	13.65	9.51	4.49	17.17	13.81	12.78	78.59
T. Sulphur	%	0.73	0.74	0.73	0.73	0.65	0.81	0.67	0.19
<b>Fisika</b>									
SG.		1.53	1.54	1.48	1.54	1.53	1.53	1.62	2.41
HGI		41	39	39	133	55	44	132	94
Cal. Value	Cal/gr	4159	4244	4235	5491	4216	4252	4707	656

Tabel 4. Hasil Analisis *Petrography* Organik Batubara Daerah Siondop.

No.	Kode Contoh	Volume ( % )				Rv max (%)	
		Vitrinite	Liptinite	Inertinite	Mineral	Range	Mean
1	Sio-01	92,8	2,1	1,6	3,5	0,29-0,35	0,32
2	Sio-08	94,9	2,7	0,6	1,8	0,28-0,38	0,32
3	Sio-17	87,2	3,2	3,4	6,2	0,28-0,55	0,31
4	Sio-19	88,3	3,5	3,8	4,4	0,26-0,32	0,30

Tabel 5. Penghitungan Potensi Sumberdaya Batubara Daerah Siondop sampai kedalaman 25 Meter.

No.	Kode Lokasi	Lapisan Batubara (m)			Berat jenis	Potensi (Ton)
		Panjang	Lebar	Tebal		
1.	SIO – 01	200	143,7	1	1,53	43.972
2.	SIO – 02	200	204,9	1	1,54	63.109
3.	SIO – 03	200	287,4	0,75	1,20	51.732
4.	SIO – 04	200	96,5	0,4	1,48	11.426
5.	SIO – 06	200	143,7	0,4	1,20	13.795
6.	SIO – 07	200	111,1	0,4	1,20	10.666
7.	SIO – 08	200	33,6	1	1,54	10.349
8.	SIO – 15	200	96,5	0,4	1,20	9.264
9.	SIO – 17	200	143,7	0,65	1,53	28.582
10.	SIO – 19	200	28,1	0,9	1,62	8.194
Jumlah Potensi Sumberdaya Endapan Batubara						251.089

## PENYELIDIKAN PENDAHULUAN SUMBER DAYA BATUBARA DI LONG PUPUNG, KABUPATEN NUNUKAN, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Rahmat Hidayat

Kelompok Penyelidikan Energi Fosil

### SARI

Daerah Long Pupung merupakan salah satu kawasan perbatasan Indonesia-Malaysia yang termasuk ke dalam Kecamatan Krayan dan Krayan Selatan, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara (sebelumnya Kalimantan Timur) yang berbatasan langsung dengan Negara Bagian Serawak, Malaysia. Secara geografis terletak pada koordinat 03°30'00" - 03°55'00" LU dan 115°35'00" - 115°50'00" BT.

Secara geologi termasuk kedalam kompleks akresi Rajang-Embaluh-Crocker. Batuan alasnya terdiri dari kelompok ultrabasa dan metamorf berumur Jura-Kapur Awal. Kelompok sedimen tertua berumur Kapur Akhir sampai awal Eosen, terdiri dari Formasi Long Bawan, Lurah dan Mentarang. Pada kala Eosen Tengah, batuan kelompok Embaluh ditindih secara tidak selaras oleh batuan sedimen Formasi Malinau dan Formasi Sebakung. Aktivitas vulkanisme menghasilkan batuan gunungapi Jelai dan ditindih secara tidak selaras oleh batuan Formasi Langap berumur Oligo-Miosen. Endapan batubara potensial di daerah penyelidikan terdapat pada Formasi Long Bawan.

Endapan batubara di daerah penyelidikan terdiri dari 10 *seam* batubara yang tersebar pada 4 blok batubara, yaitu Blok Tanjung Karya (*seam* D1 (0,52 m) dan D2 (0,25 m)), Blok Long Uped (*seam* E (~0,3 m)), Blok Long Bayuh (*seam* F1 (0,97 m), F2 (0,49 m), F3 (0,6 m) dan F4 (0,78 m)) dan Blok Pakuyur (*seam* G1 (0,78 m), G2 (0,15 m) dan G3 (0,65 m)). Sumberdaya batubara di daerah penyelidikan mencapai 1.767.095 ton, tersebar pada 2 blok penyelidikan yaitu Blok Pakuyur dan Blok Long Bayuh yang dikategorikan sebagai sumberdaya batubara tereka.

Batubara yang ditemukan di Blok Tanjung Karya dan Blok Pakuyur termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile B* (*seam* D1, *seam* G3) – *high-volatile C* (*seam* D2, *seam* G1), batubara yang ditemukan di Blok Long Bayuh termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile A* (*seam* F2, *seam* F3, *seam* F4) – *high-volatile B* (*seam* F1), sedangkan batubara yang ditemukan di Blok Long Uped termasuk batubara lignit jenis *lignite A* (*seam* E). Berdasarkan nilai kalorinya, batubara daerah penyelidikan

dapat diklasifikasikan sebagai *high rank coal*, kecuali untuk batubara yang ditemukan di Blok Tanjung Karya (*low rank coal*).

Berdasarkan nilai kalori (kalori tinggi-sangat tinggi) dan kandungan sulfurnya yang rendah ( $\leq 1\%$ ), batubara di daerah penyelidikan memiliki kualitas sangat baik, tetapi memiliki ketebalan relatif tipis ( $< 1$  m).

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam, salah satunya adalah batubara. Hingga saat ini, sumberdaya yang diketahui hanya terfokus pada cekungan-cekungan utama endapan batubara di Indonesia, khususnya di Pulau Kalimantan dan Sumatera. Sementara itu, sumberdaya batubara di wilayah timur Indonesia, pulau-pulau kecil dan kawasan perbatasan masih banyak yang belum diketahui.

Pusat Sumber Daya Geologi mempunyai visi menjadi institusi terdepan dalam bidang penelitian, penyelidikan dan pelayanan data dan informasi sumber daya geologi. Salah satu misi Pusat Sumber Daya Geologi yaitu peningkatan pengungkapan potensi sumber daya geologi diantaranya energi fosil. Sejalan dengan tupoksi-nya, Pusat Sumber Daya Geologi, melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Pusat Sumber Daya Geologi tahun anggaran 2012, melakukan kegiatan penyelidikan pendahuluan batubara di daerah Long

Pupung, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur.

Pemilihan daerah tersebut dilakukan dalam rangka menunjang program pemerintah untuk pengembangan kawasan perbatasan, dalam hal ini untuk sektor pertambangan dan energi. Karena berada di kawasan perbatasan, potensi batubara di daerah ini memiliki nilai strategis dan pengelolaannya harus selaras dan sinergi dengan program pembangunan nasional di daerah perbatasan dengan sasaran terwujudnya peningkatan kehidupan sosial-ekonomi masyarakat, terkelolanya beragam potensi wilayah yang dimiliki dan keamanan kawasan perbatasan berlandaskan prinsip desentralisasi dan semangat otonomi daerah.

### Lokasi Kegiatan dan Kesampaian Daerah

Secara administratif, daerah penyelidikan termasuk ke dalam Kecamatan Krayan dan Krayan Selatan, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur yang berbatasan langsung dengan Negara Bagian Serawak, Malaysia (Gambar 1). Secara

geografis, daerah penyelidikan terletak pada koordinat 03°30'00" - 03°55'00" LU dan 115°35'00" - 115°50'00" BT.

Nunukan, ibukota Kabupaten Nunukan terletak di Pulau Nunukan dan dapat dicapai menggunakan pesawat udara dari Jakarta - Balikpapan – Tarakan – Nunukan. Akses menuju lokasi penyelidikan hanya dapat dicapai menggunakan transportasi udara melalui Long Bawan, ibukota Kecamatan Krayan. Terdapat beberapa alternatif penerbangan menuju Bandara Yuvai Semaring-Longbawan. Penerbangan reguler 5 kali sepekan menggunakan pesawat berkapasitas kecil (Susi Air) menghubungkan Long Bawan dengan Tarakan. Selain itu, Long Bawan juga dapat dijangkau dengan menggunakan pesawat MAF (*Mission Aviation Fellowship*) dari Nunukan atau Malinau.

Lokasi penyelidikan di Kecamatan Krayan dan Krayan Selatan letaknya tersebar dan dapat dijangkau melalui jalan darat menggunakan kendaraan darat. Akses jalan darat yang menghubungkan Long Bawan dengan Long Layu (ibukota Kecamatan Krayan Selatan) berupa jalan tanah yang sukar dilalui pada kondisi hujan dengan waktu tempuh antara 4-7 jam. Alternatif lain, yaitu dengan menggunakan pesawat udara (MAF) dari Long Bawan menuju Long Layu dengan waktu tempuh sekitar 20 menit. Beberapa lokasi

penyelidikan harus dijangkau menggunakan perahu motor (ketinting) melalui anak Sungai Krayan maupun jalan setapak.

## GEOLOGI UMUM

Secara regional daerah penyelidikan termasuk kedalam kompleks akrasi Rajang-Embaluh-Crocker (Darman dan Sidi (ed.), 2000) (Gambar 2). Kelompok ini berumur Kapur Akhir sampai awal Eosen dan terdiri dari batuan turbidit, *melange* dan kompleks batuan beku gabro atau basal. Batuan sedimennya mengalami imbrikasi, deformasi dan metamorfosa lemah selama Kapur dan subduksi Tersier membentuk sabuk lipatan dan anjakan *flysch*. Sabuk turbidit *flysch* ini merupakan kemenerusan ke arah timur dari Formasi Belaga Zona Sibu di Sarawak pada sepanjang batas timur mikro-benua Zona Miri (Hutchison, 1988). Di bagian selatan, sekuen ini dipetakan sebagai Formasi Lurah dan Mentarang berumur Kapur Akhir-Eosen (BRGM, 1982).

### Stratigrafi

Penamaan formasi daerah penyelidikan pertama kali diperkenalkan pada tahun 1982 berdasarkan hasil kegiatan pemetaan geologi dan eksplorasi mineral yang dilakukan oleh DSDM-BRGM di Kalimantan Timur bagian

utara. Hutchison pada tahun 1988, melakukan kajian tektono-stratigrafi bagian timur Kalimantan dan korelasi stratigrafinya, termasuk wilayah Sarawak, Sabah dan Brunei. Stratigrafi regional, berdasarkan kegiatan pemetaan bersistem yang dilakukan oleh Heryanto, dkk. (1995) dari Puslitbang Geologi termasuk kedalam Lembar Malinau (Gambar 3).

### **Batuan Dasar**

Batuan tertua yang tersingkap terdiri dari kelompok batuan ultrabasa dan metamorf. Kelompok batuan ultrabasa (Mub) terdiri dari serpentinit dan gabro terbreksikan dan termilonitkan berumur Jura. Kelompok batuan metamorf dari fasies sekis hijau Formasi Paking (Mpa), terdiri dari sekis klorit dan sekis serisit yang diperkirakan merupakan batuan tertua (Kapur Awal atau lebih tua) yang tersingkap akibat aktivitas tektonik yang mensesarkan batuan dasar ini kedalam batuan sedimen Kelompok Embaluh (Heryanto, dkk, 1995).

Hutchison (1988) memetakan batuan tertua dengan ciri litologi serupa di daerah ini sebagai bagian dari Zona *Melange*-Ofiolit Timur. Batuan ofiolit menjadi batuan dasar yang mengalami imbrikasi selama pengangkatan Oligosen Akhir-Miosen Awal. Keberadaan serpentinit, selain sebagai fragmen klastik olistolit juga merupakan bagian dari kelompok ofiolit Formasi

Chert-Split (Formasi Mentarang di Kalimantan) yang mengalami metamorfosa derajat rendah. Pentarikan radiometri pada metagabro menunjukkan kelompok batuan dasar ini berumur Jura Awal.

### **Kelompok Sedimen Pra-Tersier-Tersier Awal**

Heryanto, dkk. (1995) membagi batuan Kelompok Embaluh (di Malaysia dikenal sebagai kelompok Rajang) menjadi Formasi Long Bawan (KTlb), Formasi Lurah (Ktlu) dan Formasi Mentarang (Ktme). Formasi Long Bawan terdiri dari argilit dengan sisipan batupasir feldsparan dan arkosik kelabu yang mengandung batuan evaporit dan lapisan batubara. Umur formasi ini adalah Paleosen dan diendapkan pada lingkungan fluviatil sampai lagun. Formasi Lurah terdiri dari batupasir sub-grewake yang bagian atasnya ditempati batugamping, batulanau dan argilit. Umur formasi ini adalah Kapur Akhir-Paleosen yang diendapkan pada lingkungan tepi benua. Formasi Mentarang terdiri dari batupasir kuarsa dan felsparan dengan sisipan argilit, serpih dan endapan *flysch*. Umur formasi ini adalah Kapur Akhir-Paleosen dan diendapkan pada lingkungan lereng benua.

BRGM (1982) menginterpretasikan Formasi Long Bawan, Lurah dan Mentarang masing-masing mewakili

lingkungan pengendapan tepi pantai, tepi benua dan laut dalam yang diendapkan pada Kapur Akhir-Eosen. Formasi Long Bawan didominasi oleh argilit merah yang mengandung mata air garam dan lapisan batubara di bagian atas formasi. Formasi Lurah didominasi oleh batupasir *flysch*, batulanau dan argilit. Pada bagian atas formasi dapat ditemukan batugamping mikritik dan lapisan batubara yang menunjukkan adanya sekuen pengendapan laut dangkal. Formasi Mentarang didominasi oleh sekuen turbidit distal yang terdiri dari grewake, argilit dan batulanau. Endapan turbidit ini diperkirakan diendapkan diatas basal lantai samudera yang secara lokal terangkat di sepanjang *suture* Adio.

Berdasarkan perbedaan lingkungan pengendapan dan batuan yang mengalasinya, Hutchison (1988) menyebutkan bahwa Formasi Long Bawan merupakan bagian dari Zona Miri dibanding bagian dari Sabuk *flysch* Kelompok Rajang (atau Kelompok Embaluh). Batuan alas Kelompok Rajang terbentuk dari campuran kerak samudera dan prisma akresi Rajang, membentuk Zona Sibu yang membentang dari Sibu di Sarawak hingga ke Jalur Crocker di Sabah melalui Kalimantan Timur bagian utara. Sementara itu, Formasi Long Bawan dialasi oleh kerak benua mikro Long Bawan yang berlanjut kearah barat

melalui sesar Tinjar menjadi platform atau benua mikro Luconia. Keberadaan sumur garam pada Formasi Long Bawan menunjukkan adanya batuan evaporit (anhidrit) yang berasosiasi dengan batuan alas benua tipe Atlantik yang berasal dari *rifting* paparan benua Cina Tenggara-Vietnam (Eurasia) oleh mekanisme pembukaan Laut Cina Selatan selama Paleogen. Lingkungan pengendapan Formasi Long Bawan adalah fluvio-deltaik hingga lagun yang dicirikan oleh adanya endapan batupasir lentikular, lapisan batubara dan lempung merah teroksidasi (*red beds*), sedangkan Formasi Lurah dan Mentarang diendapkan pada lingkungan lereng benua hingga laut dalam yang dicirikan oleh endapan sedimen kipas turbidit diatas kerak samudera. Keberadaan batubara dan batugamping terumbu pada sekuen atas Formasi Lurah menunjukkan adanya pendangkalan cekungan dan berakhirnya sedimentasi turbidit akibat pengangkatan tektonik pada kala Eosen Akhir.

### **Kelompok Sedimen Tersier dan Batuan Vulkanik**

Pada kala Eosen Tengah, batuan kelompok Embaluh ditindih secara tidak selaras oleh batuan sedimen Formasi Malinau (Tema) dan Formasi Sebakung (Tes). Hubungan stratigrafi kedua formasi tersebut adalah saling



menjemari (Heryanto, dkk., 1995). Formasi Malinau dicirikan oleh batupasir felsparan dan mikaan yang berselingan dengan batulanau lempungan atau argilit gampingan. Formasi Sebakung dicirikan oleh adanya konglomerat alas, batulempung dan batugamping terumbu yang kaya akan fosil ganggang, foraminifera, koral, moluska dan gastropoda. Keberadaan konglomerat alas ini dapat dihubungkan dengan kejadian pengangkatan tektonik pada Kala Eosen Akhir (Hutchison, 1988). Menurut Hutchison (1988), Formasi Malinau merupakan kemenerusan Formasi Mentarang ke bagian atas.

Pada Kala Oligosen-Miosen aktivitas vulkanisme menghasilkan batuan gunungapi Jelai (Tomj) terdiri dari breksi vulkanik, tuf, breksi lava dan leleran lava. Batuan-batuan tersebut ditindih secara tidak selaras oleh batuan Formasi Langap (Tml) terdiri dari tuf, konglomerat dan mengandung beberapa lapisan tebal batubara. Formasi ini berumur Miosen Akhir yang diendapkan di lingkungan danau. Kelompok batuan sedimen dan vulkanik tersebut pada kala Miosen diterobos oleh batuan intrusi bersusunan andesit sampai basal.

### **Struktur Geologi**

Struktur yang dijumpai di daerah ini adalah sesar, lipatan dan kelurusan yang terdapat dalam kelompok batuan

Tersier maupun pra-Tersier. Kegiatan tektonik pada Paleosen menghasilkan perlipatan yang sangat kuat pada sedimen Kelompok Embaluh. Perlipatan tersebut memperlihatkan arah sumbu dominan utara-selatan. Perlipatan tersebut diikuti oleh sesar naik yang searah dengan sumbu lipatan. Sesar-sesar tersebut diantaranya mensesarkan batuan alas terhadap batuan kelompok Embaluh. Perlipatan juga menghasilkan sesar-sesar normal dan sesar mendatar mengiri. Secara regional baik sesar maupun kelurusan berarah baratlaut-timurlaut dan baratdaya-tenggara.

### **Indikasi Batubara**

Berdasarkan beberapa penyelidikan yang telah dilakukan di daerah Krayan dan Krayan Selatan, formasi pembawa batubara dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu berumur Paleogen dan Neogen. Formasi pembawa batubara berumur Paleogen terdiri dari Formasi Long Bawan (Heryanto, dkk., 1995; BRGM, 1982; Hutchison, 1988 dan Subarnas, dkk., 1997), Formasi Lurah (BRGM, 1982; Hutchison, 1988) dan Formasi Malinau (BRGM, 1982). Batubara dalam Formasi Long Bawan lebih dikenal luas sebagai formasi pembawa batubara oleh beberapa peneliti, hadir sebagai sisipan tipis pada batupasir felsparan dan arkosik kelabu. Sedangkan pada Formasi Lurah dan

Formasi Malinau, batubara ditemukan pada bagian atas formasi.

Batubara berumur Neogen ditemukan sebagai sisipan lapisan tebal pada Tuf Seri Langap (Heryanto, dkk., 1995 dan BRGM, 1982). Batubara dari Formasi Long Bawan dan Formasi Langap diketahui memiliki nilai kalori tinggi, dikarenakan umur dan pembebanan (Formasi Long Bawan) dan adanya intrusi bersusunan andesit-basal (Tuf Seri Langap).

## **KEGIATAN PENYELIDIKAN**

### **Penyelidikan Lapangan**

Kegiatan penyelidikan lapangan berupa pemetaan geologi permukaan yang difokuskan pada formasi pembawa batubara, yaitu Formasi Longbawan. Kegiatan ini merupakan bagian dari pengambilan data primer, termasuk diantaranya pengamatan dan pengukuran data singkapan batubara dan pengambilan contoh batubara dari singkapan yang ditemukan untuk keperluan analisis laboratorium.

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Kegiatan penyelidikan lapangan diawali dengan studi pustaka yang berkaitan dengan daerah penyelidikan. Studi pustaka dilakukan untuk mengetahui gambaran umum dari daerah yang akan diselidiki sebagai persiapan kegiatan lapangan, terutama informasi

keberadaan endapan batubara dari para peneliti terdahulu. Materi yang digunakan dalam studi pustaka ini tidak hanya bahan tulisan seperti buku teks, peta/ citra, laporan penyelidikan dan jurnal, tetapi juga dari informasi lisan dan media internet yang diketahui sumbernya. Dalam pengumpulan data sekunder, disamping data mengenai batubara juga termasuk data non teknis seperti demografi, infrastruktur dan lingkungan.

Berdasarkan kajian pustaka tersebut diketahui informasi awal keberadaan endapan batubara di daerah penyelidikan, seperti formasi pembawa, penyebarannya pada formasi pembawa, sifat endapan, ciri litotipe dan kualitas batubara. Sedangkan dari data nonteknis diperoleh informasi, misalnya akses menuju lokasi daerah penelitian dan perlengkapan lapangan yang harus dipersiapkan.

### **Pengumpulan Data Primer**

Kegiatan penyelidikan lapangan, selain dilakukan untuk mengetahui potensi sumberdaya batubara dalam bentuk inventarisasi berdasarkan singkapan batubara yang ditemukan selama kegiatan ini, juga untuk mengidentifikasi karakteristik endapan batubara di daerah penyelidikan.

Penyelidikan endapan batubara dilakukan melalui pemetaan geologi permukaan dengan mengamati ciri-ciri

fisik batubara secara megaskopis dan litologi sekitarnya. Pada singkapan batubara yang ditemukan, dilakukan pengamatan, pengukuran dan dokumentasi meliputi *ploting* lokasi, pengukuran kedudukan lapisan (jurus, kemiringan, ketebalan), pembuatan sketsa dan pemotretan singkapan. Untuk mengetahui penyebaran dan pelamparan *seam*, pengamatan pada singkapan dilakukan melalui jumlah *seam* yang ditemukan, kesinambungan dan percabangan *seam*, variasi ketebalan, tebal tanah penutup (*overburden* dan *interburden*), pengamatan lapisan pengapit dan kontak batubara (*roof dan floor*), lapisan pengotor (*parting*) dan *key bed* (jika ada) serta struktur sedimen dan tektonik. Untuk setiap singkapan batubara yang ditemukan, dilakukan pemercontohan untuk analisis laboratorium yang akan memberikan gambaran kualitas dan membantu dalam sintesis karakteristik endapan batubara di daerah penyelidikan.

Pemetaan geologi batubara dilakukan dengan menyusuri aliran-aliran sungai dan jalan, dimana singkapan dapat mudah ditemukan. Pencarian singkapan batubara ini akan digunakan sebagai sumber data primer/ titik informasi yang berguna dalam penentuan dan korelasi *seam* batubara, identifikasi geometri dan model endapan dan perhitungan sumberdaya batubara. Dalam kegiatan

lapangan dipergunakan perlengkapan pemetaan geologi standar, yaitu peta kerja skala 1:50.000, peta geologi, peta rupa bumi, kompas geologi, palu geologi, GPS, *loupe*, pita ukur, kamera, kantong contoh, peralatan menggali dan alat tulis.

### **Analisis Laboratorium**

Secara umum, analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara. Metode analisis yang dilakukan adalah analisis kimia dan analisis fisika. Analisis kimia terdiri dari analisis proksimat (dilakukan untuk menentukan kelengasan (M), unsur terbang (VM), karbon tertambat (FC), kadar abu (*ash*), kandungan sulfur total (total S), berat jenis (SG), indeks kekerasan (HGI) dan nilai kalori batubara (CV)) dan analisis ultimat (dilakukan untuk menentukan kandungan unsur-unsur kimia batubara, yaitu karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N) dan sulfur (S)). Kualitas batubara secara umum dicerminkan oleh parameter nilai kalori (CV), kandungan abu (*ash*) dan kadar sulfur total (total S). Selain memberikan gambaran kualitas batubara, hasil analisis kimia juga dapat digunakan sebagai kriteria awal dalam spesifikasi penggunaan batubara dan penafsiran lingkungan pengendapan.

Analisis fisika yang dilakukan adalah petrografi material organik. Analisis ini

dilakukan untuk mengetahui kelimpahan dan komposisi maseral (material asal organik) dan mineral. Analisis ini selain untuk mengetahui peringkat (*rank*) dari batubara, juga dapat membantu penafsiran lingkungan pengendapan batubara dan tingkat kematangan batuan melalui pengukuran reflektansi vitrinit.

### **Pengolahan Data**

Data penyelidikan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kegiatan pemetaan geologi batubara dan hasil analisis laboratorium contoh. Sedangkan data sekunder diperoleh selama kajian pustaka. Seluruh data yang diperoleh dikumpulkan dan diolah dalam bentuk laporan tertulis dan peta yang berisi kajian karakteristik endapan batubara, potensi endapan batubara, prospek pemanfaatan dan pengembangan batubara di wilayah penyelidikan.

## **HASIL PENYELIDIKAN**

### **Geologi Daerah Penyelidikan**

#### **Morfologi**

Secara umum, bentang alam daerah penyelidikan merupakan bagian dari Dataran Tinggi Borneo yang membentang di pedalaman Kalimantan sepanjang perbatasan Indonesia-Malaysia. Morfologi daerah

penyelidikan, secara khusus dapat dibedakan menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu Satuan Dataran Antar Pegunungan Krayan (DAPK) dan Satuan Pegunungan Sesar dan Lipatan Krayan (PSLK) (Gambar 4).

Satuan Dataran Antar Pegunungan Krayan (DAPK) tersebar dibagian tengah, mencakup sekitar 25% daerah penelitian. Satuan ini berada pada ketinggian antara 900 – 1100 m di atas permukaan laut dan berada pada lembah-lembah yang diapit oleh rangkaian pegunungan. Pola aliran sungai yang berkembang membentuk pola subendritik dengan tingkat erosi sungai dalam stadium muda-dewasa. Litologi yang menyusun satuan ini terdiri dari Formasi Long Bawan. Pada satuan ini umumnya menjadi bagian dari kawasan budidaya yang ditempati oleh pemukiman penduduk dan beragam infrastruktur yang menunjang kegiatan ekonomi masyarakat, seperti areal pertanian, perdagangan dan bandara.

Satuan Pegunungan Sesar dan Lipatan Krayan (PSLK) menempati sebagian besar daerah penyelidikan, mencakup sekitar 75% daerah penyelidikan. Satuan ini berada pada ketinggian antara 1100 – 1600 m di atas permukaan laut membentuk jalur pegunungan lipatan dan sesar berarah dominan utara-selatan. Pola aliran sungai yang berkembang membentuk

pola trellis dengan tingkat erosi sungai dalam stadium muda dicirikan oleh erosi vertikal membentuk lembah berbentuk V. Litologi yang menyusun satuan ini terdiri dari Formasi Lurah dan Formasi Long Bawan. Satuan ini didominasi oleh hutan primer tropis yang menjadi inti dari kawasan Taman Nasional Kayan Mentarang maupun Kawasan Penyangga Perbatasan.

### Stratigrafi

Mengacu kepada BRGM (1982), Hutchison (1988) dan Heryanto, dkk. (1995), terdapat dua formasi di daerah penyelidikan yaitu Formasi Long Bawan dan Formasi Lurah (Gambar 5).

Pengamatan di lapangan terhadap sedimen Formasi Long Bawan menunjukkan perselingan dari batupasir, batulanau dan batulempung. Batupasir berwarna abu-abu terang, berbutir halus, pejal, pemilahan baik, kemas tertutup, porositas sedang. Batulanau berwarna abu-abu dan pejal. Batulempung berwarna abu-abu-kebiruan (Gambar 6). Pada batulempung yang mengapit batubara kadang memperlihatkan warna coklat kemerahan.

Pengamatan di beberapa tempat, menunjukkan perselingan litologi diatas menunjukkan sekuen menghalus keatas dan menebal keatas dengan variasi ketebalan maksimum pada batupasir antara 10 – 40 cm. Batubara ditemukan

sebagai sisipan pada perselingan batupasir-batulanau-batulempung dengan ketebalan bervariasi antara 5-98 cm. Penyebaran batubara pada Formasi Long Bawan cukup luas dan tersebar di bagian barat daerah penyelidikan. Kadang batubara dialasi oleh batulempung karbonan dan sebagian memiliki kontak tegas dengan litologi pengapitnya.

Hubungan stratigrafi Formasi Long Bawan dengan Formasi Lurah tidak diketahui. Formasi Long Bawan merupakan bagian dari Zona Miri yang dialasi oleh kerak benua dan diendapkan pada lingkungan fluvio-deltaik hingga lagun, sedangkan Formasi Lurah merupakan bagian dari sabuk *flysch* yang di endapkan pada lingkungan tepi benua dengan sedimen didominasi oleh endapan *flysch* yang dialasi oleh kerak samudera (BRGM 1982; Hutchison, 1988). Sementara pada bagian atas formasi ini ditandai oleh sekuen laut dangkal terdiri dari batugamping mikritik dan lapisan batubara.

### Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan berupa lipatan dan sesar. Struktur lipatan berupa sinklin berarah utara timur laut-selatan baratdaya dan struktur sesar berarah dominan baratlaut-tenggara. Pengaruh struktur terlihat dari adanya variasi jurus

dan kemiringan lapisan batubara dan litologi lainnya. Pengukuran kemiringan lapisan pada lapisan batubara dan litologi lainnya menunjukkan dip antara  $19^{\circ}$ - $70^{\circ}$ . Perkembangan struktur di mulai sejak Tersier Awal, sehingga batuan Kelompok Embaluh ditemukan terlipat kuat.

### **Potensi Endapan Batubara**

#### **Data Lapangan**

Dari hasil penyelidikan lapangan, ditemukan singkapan-singkapan batubara yang berasosiasi atau sebagai sisipan pada perlapisan batupasir-batulanau-batulempung (Tabel 1). Keberadaan lapisan batubara relatif tersebar, berkelompok dan tersingkap terutama di bagian barat Formasi Long Bawan. Untuk memudahkan korelasi dan perhitungan sumberdaya batubara, singkapan-singkapan batubara yang ditemukan dikelompokkan kedalam 4 blok, yaitu dari utara ke selatan, Blok Tanjung Karya, Blok Long Uped, Blok Long Bayuh dan Blok Pakuyur (Gambar 7). Batubara umumnya tersingkap pada tebing dan dasar sungai yang curam maupun kupasan jalan setapak. Singkapan yang ditemukan umumnya memiliki kemiringan agak landai-terjal ( $19^{\circ}$ - $70^{\circ}$ ), ketebalan relatif tipis (<1 m), tetapi berdasarkan kenampakan megaskopis diperkirakan memiliki nilai kalori tinggi, terutama untuk batubara

yang ditemukan di Blok Pakuyur dan Blok Long Bayuh.

Pengamatan singkapan di lapangan menunjukkan endapan batubara memiliki variasi dalam hal jurus dan kemiringan. Variasi ini ditafsirkan karena pengaruh keberadaan struktur berupa lipatan dan sesar yang secara regional memiliki arah dominan baratlaut-tenggara. Kemiringan lapisan batubara cenderung agak terjal-terjal, terutama di Blok Long Bayuh dan Tanjung Karya. Ketebalan lapisan bervariasi, tetapi relatif tipis yaitu antara 5-98 cm.

Keberadaan batubara yang tersebar pada Formasi Long Bawan dikaitkan dengan hasil pemetaan geologi oleh BRGM (1982) yang menyebutkan bahwa Formasi Long Bawan terdiri dari beberapa siklus ritmik sekuen pengendapan, sehingga sebarannya bisa ditemukan pada Formasi Long Bawan yang cukup luas di daerah penyelidikan. Endapan batubara dalam sekuen tersebut umumnya menempati siklus teratas yang berasosiasi dengan perulangan batuan argilit dan batupasir. Di Blok Tanjung Karya, ditemukan 2 singkapan yang saling berdekatan pada aliran Sungai Pulut dan sawah penduduk. Secara megaskopis batubara di Sungai Pulut (TK-1) berwarna hitam, kilap kaca, agak keras dengan pecahan konkoidal. Terdapat sisipan batulempung dengan ketebalan 10 cm. Kontak batubara dengan batuan

alasnya bergradasi menjadi *coally clay* dengan ketebalan 15 cm. Batubara ditemukan sebagai sisipan pada batulempung abu-abu kecoklatan. Singkapan kedua (TK-2) ditemukan pada sawah penduduk berjarak sekitar 30 meter dari singkapan Sungai Pulut. Kontak tidak diketahui karena lapisan pengapitnya berupa tanah pelapukan.

Di Blok Long Uped, ditemukan 1 singkapan batubara pada jalan setapak (LB-1). Secara megaskopis batubara di Long Uped berwarna hitam kecoklatan, kilap kusam, mengotori tangan, pecahan menyerpih, agak lunak, dengan *parting coally clay* (15 dan 7 cm).

Di Blok Long Bayuh, singkapan batubara banyak ditemukan pada aliran sungai Long Bayuh dan anak-anak sungainya. Batubara ditemukan pada tebing dan dasar sungai yang curam. Secara umum, berdasarkan kenampakan megaskopis batubara di blok ini memiliki kualitas baik dengan karakteristik batubara berwarna hitam, kilap kaca, pecahan konkoidal, masif, keras dan gores hitam. Sebagian besar memiliki kontak tegas dengan lapisan pengapitnya (Gambar 8).

Di Blok Pakuyur, singkapan batubara ditemukan pada kupasan jalan setapak menuju Bario. Secara megaskopis batubara berwarna hitam, kilap kaca, pecahan *blocky* dan konkoidal, masif, keras, gores hitam, kontak

bergelombang dengan batulempung dibawahnya (Gambar 9).

### **Korelasi Lapisan (*seam*) Batubara**

Endapan batubara di daerah penyelidikan dibagi menjadi 4 (empat) blok batubara dan dapat dikorelasikan menjadi 10 *seam* batubara. Korelasi *seam* diinterpretasikan berdasarkan data singkapan di lapangan, seperti lokasi dan jarak antara titik singkapan, kedudukan lapisan batubara (variasi jurus, kemiringan dan ketebalan), kemenerusan dan litologi pengapit lapisan batubara. Selain itu interpretasi korelasi *seam* juga berdasarkan pengamatan megaskopis singkapan batubara (contoh) dan variasi kualitas batubara (terutama nilai kalori).

Endapan batubara di daerah penyelidikan terdiri dari Blok Tanjung Karya (*seam* D1 (0,52 m) dan D2 (0,25 m)), Blok Long Uped (*seam* E (~0,3 m)), Blok Long Bayuh (*seam* F1 (0,97 m), F2 (0,49 m), F3 (0,6 m) dan F4 (0,78 m)) dan Blok Pakuyur (*seam* G1 (0,78 m), G2 (0,15 m) dan G3 (0,65 m)) (Tabel 1).

### **Kualitas Batubara**

#### **Analisis Proksimat dan Ultimat**

Peringkat batubara ditentukan oleh tiga parameter utama yaitu nilai kalori (CV), kandungan zat terbang (VM) dan karbon tertambat (FC). Untuk batubara derajat tinggi, unsur zat terbang (VM) dan karbon tertambat (FC) lebih berperan

dalam menentukan peringkat batubara dibanding nilai kalori (CV). Untuk batubara derajat sedang-rendah, nilai kalori (CV) digunakan dalam menentukan peringkat batubara. Karena batubara yang ditemukan di daerah penyelidikan memiliki kandungan zat terbang yang tinggi dan karbon tertambat sedang, maka penentuan peringkat batubara didasarkan pada nilai kalorinya. Selain nilai kalori, kualitas batubara secara umum dicerminkan oleh parameter kandungan abu (ash) dan kadar sulfur total (total S). Berdasarkan ketiga parameter tersebut dan mengacu kepada ASTM 2004 tentang klasifikasi batubara berdasarkan peringkatnya, batubara di daerah penyelidikan termasuk kedalam kelas batubara sub-bituminus (Blok Tanjung Karya dan Blok Pakuyur) dan kelas batubara *high volatile bituminous coal* (Blok Long Bayuh). Lebih spesifik, batubara yang ditemukan di Blok Tanjung Karya dan Blok Pakuyur termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile B (seam D1, seam G3) – high-volatile C (seam D2, seam G1)*, batubara yang ditemukan di Blok Long Bayuh termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile C-A (seam F1, seam F2, seam F3 dan seam F4)*, sedangkan endapan yang ditemukan di Blok Long Uped merupakan lempung batubaraan (*seam E*).

Hasil analisis proksimat untuk penentuan kelengasan (M) menunjukkan ada korelasi antara peringkat batubara dengan kandungan kelengasan. Secara berturut-turut batubara bituminus jenis *high-volatile A (2,59-3,08 %)*, *high-volatile B (3,61-4,27 %)* dan *high-volatile C (5,84-5,98 %)* menunjukkan penurunan nilai kelengasan. Kelengasan dalam batubara merupakan kandungan air yang berasal dari vegetasi pembentuk batubara yang terikat baik secara fisika maupun kimiawi. Seiring proses pembatubaraan, kandungan air dalam batubara semakin berkurang.

Abu dihasilkan sebagai residu pembakaran batubara pada kondisi tertentu, tersusun terutama oleh senyawa oksida dan sulfat. Proses pengabuan merupakan hasil perubahan kimiawi terhadap kandungan mineral yang terdapat dalam batubara, sehingga jumlahnya tidak harus selalu sama dengan kuantitas kandungan mineral asalnya. Hasil analisis kandungan abu menunjukkan batubara Blok Tanjung Karya memiliki kandungan abu yang relatif tinggi (25,27-39,93 %) dibanding batubara Blok Long Bayuh (2,41-7,79 %) dan Pakuyur (2,64-6,4 %). Selain proses kimiawi yang berlangsung selama pengabuan, kandungan mineral asal dalam batubara juga mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan. Analisis mineralogi dan



petrografi dapat menentukan komposisi dan tipe mineral yang hadir didalam batubara yang dianalisis.

Unsur zat terbang dalam batubara merupakan kadar unsur-unsur ringan yang dibebaskan selama dekomposisi termal batubara. Perbandingan komposisi antara unsur zat terbang dan karbon tertambat menentukan derajat batubara. Batubara derajat tinggi cenderung memiliki kandungan unsur terbang lebih rendah dibanding jumlah karbon tertambatnya dan sebaliknya. Hasil analisis unsur terbang menunjukkan batubara Blok Pakuyur (39,94-40,47 %) dan Long Bayuh (38,2-45,71 %) memiliki kandungan unsur terbang yang tinggi. Sedangkan di Blok Tanjung Karya kandungan zat terbang mencapai 26,6-30,2 % (adb). Meskipun kandungan zat terbang Blok Tanjung Karya lebih rendah, secara komposisi batubara blok ini memiliki kandungan abu yang tinggi.

Karbon tertambat merupakan unsur residu setelah penentuan kandungan abu, unsur zat terbang dan kelengasan. Kandungan karbon tertambat dapat mewakili jumlah kokas termal yang dapat dihasilkan dari contoh batubara. Hasil analisis menunjukkan batubara Blok Pakuyur dan Long Bayuh memiliki kandungan karbon tertambat antara 47,59-53,95 % (adb), sedangkan di Blok Tanjung Karya, nilai kandungan tertambat mencapai 30,2-38,55 % (adb).

Penentuan berat jenis batubara digunakan dalam menentukan sumberdaya batubara. Perhitungan berat jenis batubara menunjukkan nilai 1,26-1,34 g/cc (Blok Long Bayuh), 1,56-1,65 g/cc (Blok Tanjung Karya) dan 1,32-1,38 g/cc (Blok Pakuyur). Berat jenis batubara dapat dipengaruhi antara lain oleh kandungan unsur karbon dan jenis maseral pembentuk batubara.

Nilai kalori merupakan pengukuran langsung nilai panas (nilai energi) batubara. Penentuan nilai panas batubara yang ditentukan berdasarkan nilai kalori batubara menunjukkan batubara Blok Tanjung Karya tergolong batubara kalori rendah (4134-4726 kal/g), batubara Blok Long Bayuh tergolong batubara kalori sangat tinggi (7182-7885 kal/g) dan batubara Blok Pakuyur tergolong batubara kalori tinggi-sangat tinggi (6235-7225 kal/g).

Analisis ultimat batubara menentukan komposisi berat unsur yang ada di dalam batubara, yaitu karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur dan oksigen. Karbon dan hidrogen merupakan unsur utama yang terdapat didalam batubara. Hampir seluruh karbon dan hidrogen di dalam batubara membentuk senyawa organik kompleks. Sebagian karbon terbentuk sebagai senyawa karbonat, terutama kalsit dan hidrogen dapat hadir dalam kelengasan batubara. Nitrogen pada batubara dapat hadir dalam matriks organik batubara. Sulfur pada batubara

dapat terjadi dalam beragam bentuk seperti dalam senyawa sulfur organik, sulfida inorganik dan sulfat inorganik. Oksigen pada batubara dapat terbentuk sebagai bagian dari unsur organik dan inorganik batubara.

Kualitas batubara berdasarkan analisis ultimat dapat ditentukan dari kandungan karbon yang tinggi dan kandungan sulfur, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang rendah. Hasil analisis ultimat menunjukkan batubara di daerah penyelidikan memiliki kandungan unsur karbon antara 80,15-84,31 % berat (daf) untuk Blok Long Bayuh, 70,45-72,72 % berat (daf) untuk Blok Tanjung Karya dan 75,27-79,45 % berat (daf) untuk Blok Pakuyur. Kandungan unsur karbon juga dapat digunakan sebagai dasar pemeringkatan batubara. Batubara dengan kandungan unsur karbon antara 69-86 % berat dapat diklasifikasikan sebagai batubara bituminus. Kandungan sulfur dapat menjadi salah satu kriteria dalam penggunaan batubara, untuk itu batubara dengan kandungan sulfur rendah menunjukkan tingkat kemurnian batubara. Sulfur dapat dianggap sebagai kontaminan baik selama proses pembakaran maupun bahaya bagi lingkungan karena dapat mengakibatkan hujan asam dan pengasaman tanah. Hasil analisis menunjukkan batubara dari daerah penyelidikan umumnya memiliki kandungan unsur sulfur yang rendah

antara 0,24-1,03 % berat (daf), kecuali untuk contoh LB-3 yang memiliki kandungan sulfur hingga 2,59 % berat (daf). Tingginya unsur sulfur ini diperkirakan karena adanya pengotor yang ikut terbawa selama pemercontohan dan ikut teranalisis, seperti ditunjukkan oleh tingginya kadar abu contoh tersebut yang mencapai 7,79% berat (adb).

### **Analisis Petrografi**

Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui kelimpahan dan komposisi maseral (material asal organik) dan tingkat kematangan termal batuan. Berdasarkan hasil analisis petrografi, batubara yang ada di daerah penyelidikan merupakan batubara monomaseral yang mikrolitotipenya dikelompokkan sebagai vitrit, karena didominasi oleh maseral vitrinit. Maseral lain yang hadir dengan kelimpahan yang beragam adalah liptinit (0,8-2,1%) dan inertinit (0,6-4,3%). Kehadiran inertinit terbesar ditemukan di Blok Pakuyur, sedangkan kehadiran liptinit terbesar ditemukan pada blok Tanjung Karya. Mineral yang teridentifikasi merupakan mineral-mineral yang umum ditemukan berasosiasi di dalam endapan batubara seperti mineral lempung, oksida besi dan pirit. Mineral-mineral tersebut umumnya hadir sebagai butiran dan sebagian mineral lempung mengisi rekahan didalam maseral vitrinit.

### Sumberdaya Batubara

Dalam pelaporan sumberdaya, hanya bagian batubara dari endapan batubara yang mempunyai prospek yang memungkinkan untuk ditambang secara ekonomis berdasarkan kriteria lokasi, kualitas dan kuantitas dan kemenerusan dari lapisan batubara yang dapat ditentukan sumberdayanya. Berdasarkan kriteria tersebut, hanya 6 *seam* batubara yang memenuhi syarat untuk dihitung sumberdayanya yaitu batubara Blok Long Bayuh (*seam* F1, F2, F3 dan F4) dan Blok Pakuyur (*seam* G1 dan G3) (Tabel 2).

Mengacu kepada pedoman pelaporan sumberdaya dan cadangan batubara (SNI 5015, 2011), terdapat persyaratan yang berhubungan dengan aspek geologis dan ekonomis yang harus dipenuhi dalam pelaporan sumberdaya batubara. Dengan mempertimbangkan kondisi geologi daerah penyelidikan yang dianggap berada pada kondisi geologi moderat, terutama diakibatkan oleh deformasi tektonik pasca sedimentasi dan variasi ketebalan dan kualitas batubara yang dianalisis, maka perhitungan sumber daya diklasifikasikan sebagai sumber daya tereka untuk kondisi geologi moderat. Jarak titik informasi pada kondisi geologi moderat untuk kelas sumberdaya tereka dapat ditarik sejauh 500-1000 m dari titik informasi terluar mengikuti jurus lapisan dan akan disesuaikan dengan

jumlah titik singkapan yang dapat dikorelasikan sebagai suatu *seam* dan ketebalan lapisan dengan kedalaman hingga 100 m.

Pada hakikatnya kandungan panas (nilai kalori batubara) merupakan parameter utama kualitas batubara, dalam penentuan sumberdaya batubara perlu diperhatikan persyaratan batas minimal ketebalan batubara yang dapat ditambang dan batas maksimal lapisan pengotor yang tidak dapat dipisahkan pada saat di tambang untuk setiap jenis batubara. Berkenaan dengan aspek ekonomis hanya batubara dengan ketebalan minimal 0,4 m untuk batubara energi tinggi dan ketebalan minimal 1 m untuk batubara energi rendah yang akan dihitung sumber dayanya, sedangkan ketebalan maksimal lapisan pengotor yaitu 30 cm, baik untuk batubara energi rendah maupun energi tinggi.

Berdasarkan perhitungan sumberdaya batubara di daerah penyelidikan diketahui total sumberdaya batubara tereka mencapai 1.767.095 ton yang tersebar pada 2 blok penyelidikan yaitu Blok Pakuyur dan Blok Long Bayuh (Tabel 2). Dari total sumberdaya tersebut dapat dibedakan berdasarkan nilai energinya yaitu batubara kalori sangat tinggi (> 7100 kal/g) mencapai 1.451.495 ton berasal dari batubara Blok Long Bayuh dan *seam* G3 Blok Pakuyur dan batubara kalori tinggi

(6100-7100 kal/g) mencapai 315.600 ton yang berasal dari batubara seam G1 Blok Pakuyur.

### **Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Batubara**

Keterbatasan infrastruktur menjadi kendala utama untuk melaksanakan kegiatan eksplorasi batubara di daerah ini. Meskipun demikian, rencana pembukaan jalan Trans-Kalimantan yang akan menghubungkan Long Bawan dengan Malinau diharapkan akan membuka keterisolan daerah ini, sehingga kegiatan eksplorasi untuk memberdayakan potensi wilayah, khususnya sumber energi dan tambang akan menjadi mudah dan menarik.

Batubara pada Formasi Long Bawan penyebarannya ditemukan secara luas, akan tetapi penyelidikan di daerah Long Pupung menunjukkan batubara memiliki variasi yang tinggi dalam hal jurus dan kemiringan. Kemungkinan pengaruh struktur cukup dominan, sehingga penyelidikan rinci perlu dilakukan untuk mengetahui geometri dan potensi endapan batubara dalam luas wilayah yang lebih sempit. Hal ini dilakukan untuk memudahkan korelasi *seam* batubara, karena selain kemiringan yang cukup terjal juga ketebalan lapisan yang relatif tipis (<1 m), sehingga korelasi sulit dilakukan untuk wilayah yang luas.

Hasil penyelidikan menunjukkan

batubara di daerah Long Pupung dan sekitarnya memiliki perbedaan kualitas. Di bagian utara daerah penyelidikan batubara memiliki kualitas rendah (nilai kalori < 5100 kal/g) sedangkan dibagian tengah dan selatan daerah penyelidikan, batubara umumnya memiliki kualitas baik (nilai kalori > 7100 kal/g). Dibagian selatan daerah penyelidikan, batubara membentuk beberapa *seam* berbeda, meskipun demikian ketebalan lapisan batubara yang tipis (<1 m) belum terlalu menarik untuk melakukan pengembangan eksplorasi batubara secara ekonomis untuk saat ini.

Sebagian besar batubara yang ditemukan berada pada zona inti kawasan Taman Nasional Kayan Mentarang (TNKM). Meskipun penetapan batas TNKM masih dalam tahap konsultasi dan negosiasi, dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas, potensi batubara di daerah penyelidikan dapat diusulkan sebagai wilayah pertambangan yang dicadangkan untuk kepentingan strategis nasional sebagai wilayah pencadangan negara (WPN) dengan tetap mempertimbangkan aspirasi daerah dan komunitas masyarakat adat.

Sinergi dengan penetapan kawasan TNKM sebagai area konservasi keragaman hayati dan habitatnya, keberadaan batubara di daerah penyelidikan juga dapat dijadikan

kawasan konservasi geologi. Menurut beberapa literatur, batubara di daerah penyelidikan diperkirakan berumur Kapur Akhir. Keberadaan batubara pra-Tersier di kawasan barat Indonesia, cukup menarik secara geologi untuk ditelaah karena sangat langka, sehingga batubara di daerah ini dapat dijadikan laboratorium alam untuk kepentingan riset ilmu kebumihan.

## KESIMPULAN

1. Endapan batubara di daerah penyelidikan dapat dikorelasikan menjadi 10 *seam* batubara yang tersebar pada 4 blok batubara, yaitu Blok Tanjung Karya (*seam* D1 dan D2), Blok Long Uped (*seam* E), Blok Long Bayuh (*seam* F1, F2, F3 dan F4) dan Blok Pakuyur (*seam* G1, G2 dan G3).
2. Untuk memenuhi aspek ekonomis dan geologis dalam perhitungan sumberdaya, hanya 6 *seam* batubara yang memenuhi syarat untuk ditentukan sumberdayanya yaitu batubara Blok Long Bayuh (*seam* F1, F2, F3 dan F4) dan Blok Pakuyur (*seam* G1 dan G3).
3. Sumberdaya batubara di daerah penyelidikan mencapai 1.767.095 ton, tersebar pada 2 blok penyelidikan yaitu Blok Pakuyur dan Blok Long Bayuh yang dikategorikan sebagai sumberdaya batubara tereka. Dari total sumberdaya tersebut, dibedakan berdasarkan nilai energinya, sumberdaya batubara kalori

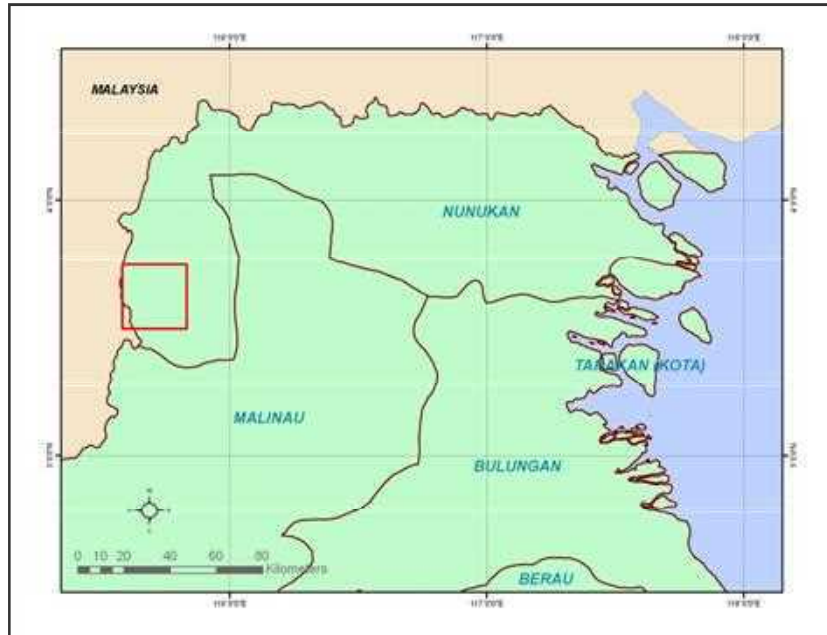
sangat tinggi ( $> 7100$  kal/g) mencapai 1.451.495 ton berasal dari batubara Blok Long Bayuh dan *seam* G3 Blok Pakuyur dan sumberdaya batubara kalori tinggi (6100-7100 kal/g) mencapai 315.600 ton yang berasal dari batubara *seam* G1 Blok Pakuyur. Sumber daya batubara diperkirakan akan lebih besar, karena hasil penyelidikan tidak menjangkau semua bagian formasi.

4. Batubara yang ditemukan di Blok Tanjung Karya dan Blok Pakuyur termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile B (seam* D1, *seam* G3) – *high-volatile C (seam* D2, *seam* G1), batubara yang ditemukan di Blok Long Bayuh termasuk kedalam batubara bituminus jenis *high-volatile A (seam* F2, *seam* F3, *seam* F4) – *high-volatile B (seam* F1), sedangkan batubara yang ditemukan di Blok Long Uped termasuk batubara lignit jenis *lignite A (seam* E).

5. Dilihat dari nilai kalori (kalori tinggi-sangat tinggi) dan kandungan sulfurnya yang rendah ( $\leq 1\%$ ), batubara di daerah penyelidikan memiliki kualitas sangat baik, tetapi dengan ketebalan yang relatif tipis ( $< 1$  m), batubara di daerah penyelidikan sulit untuk dikembangkan lebih lanjut untuk saat ini. Keterbatasan infrastruktur dan keberadaan endapan batubara pada kawasan hutan lindung menjadi faktor pembatas lainnya dalam eksplorasi endapan batubara di daerah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

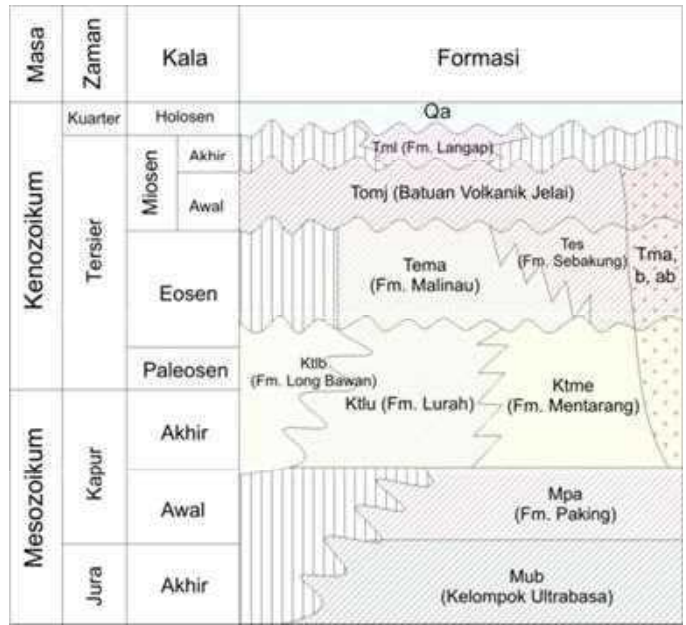
- , **2011**, Nunukan dalam Angka 2011, BPS Kabupaten Nunukan.
- , **2011**, SNI 5015: Pedoman Pelaporan, Sumber Daya dan Cadangan Batubara, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- BRGM, 1982**, *Geological Mapping and Mineral Exploration in Northeastern Kalimantan 1979-1982*, Final Report, 82 RDM 0007AO, Orleans-France.
- Darman, H. dan Hasan Sidi, F., 2000**, *An Outline of the Geology of Indonesia*, published by IAGI-2000.
- Eghenter, C. dan Jok, D., 2012**, Formadat: Forum Masyarakat Adat Dataran Tinggi Borneo, *booklet*, Formadat-Indonesia.
- Heryanto, R., Supriatna, S. dan Abidin, H. Z., 1995**, *Peta Geologi Lembar Malinau, Kalimantan Skala 1:250.000*, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Hutchison, C. S., 1988**, Stratigraphic-Tectonic Model for Eastern Borneo, *Bulletin of the Geological Society of Malaysia No. 22*, hal 135-151.
- Subarnas, A., 1997**, *Laporan Eksplorasi Endapan Batubara di Daerah Long Bawan dan Sekitarnya, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Timur*, Direktorat Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Speight, J. G., 2005**, *Handbook of Coal Analysis*, John Wiley & Sons, New Jersey.



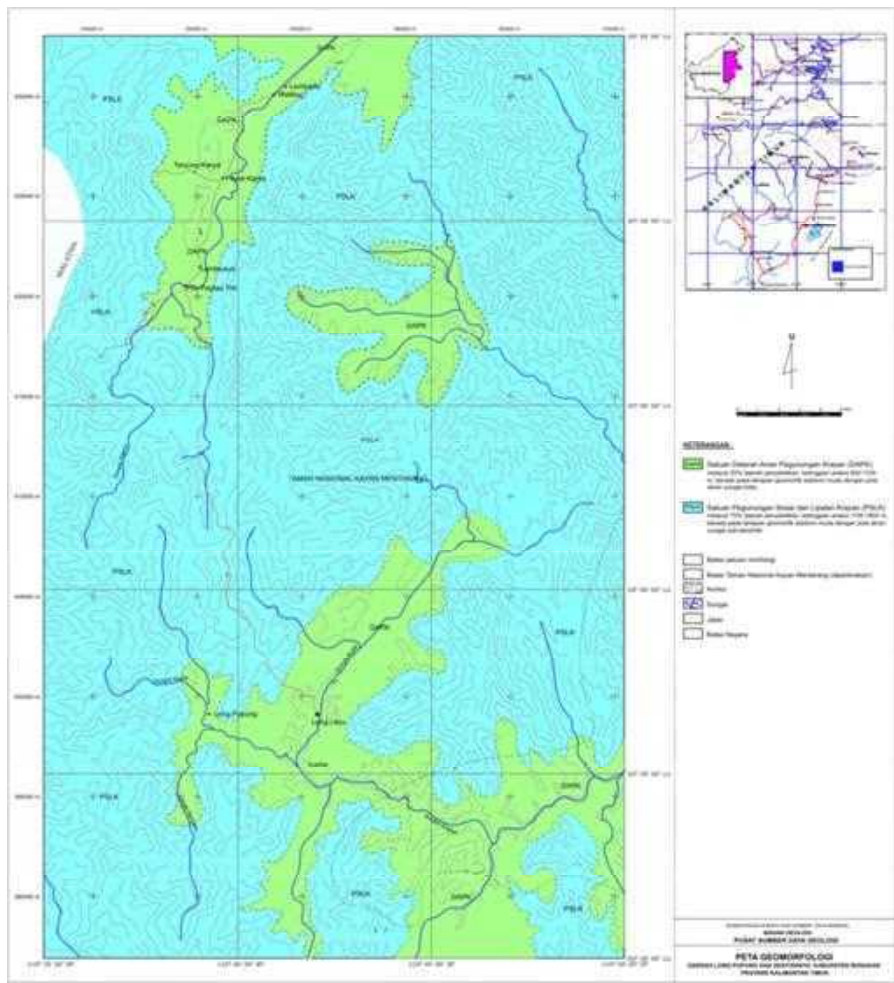
Gambar 1. Peta lokasi daerah penyelidikan di daerah Longpung dan sekitarnya, Kabupaten Nunukan.



Gambar 2. Tatanan tektonik Kalimantan (Darman dan Sidi (ed.) 2000).



Gambar 3. Stratigrafi regional daerah penyelidikan (disarikan dari BRGM, 1982; Hutchison, 1988 dan Heryanto, dkk., 1995)



Gambar 4. Peta geomorfologi daerah penyelidikan.

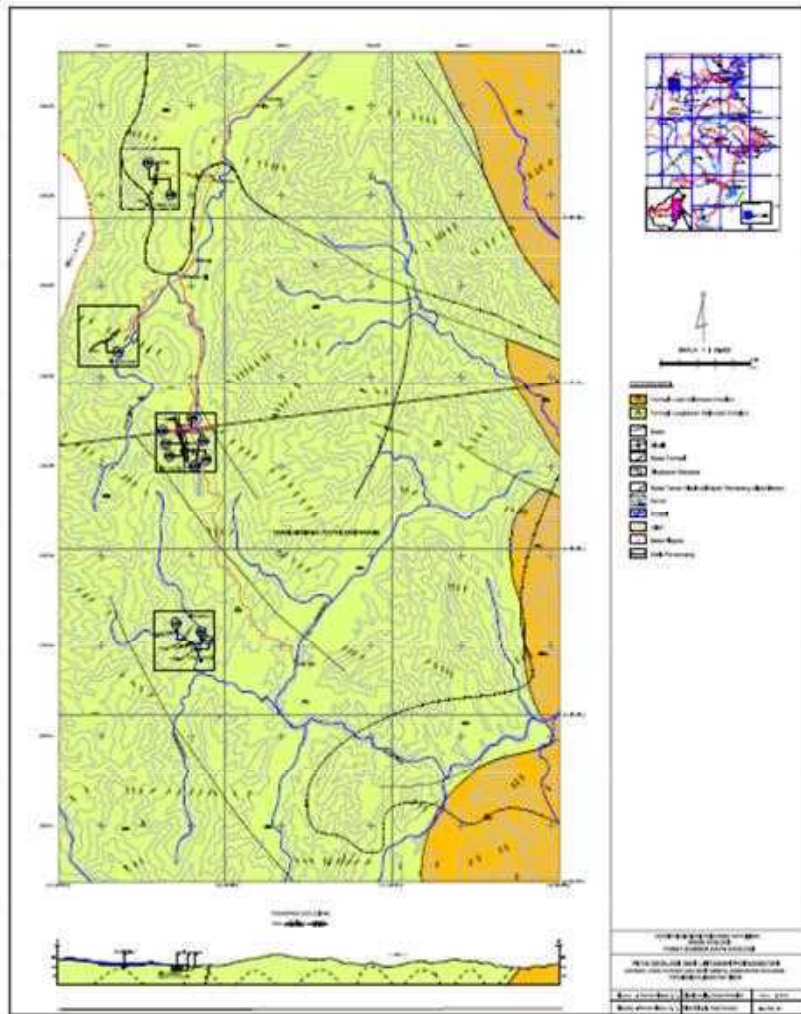


Zaman	Kala	Formasi	Litologi	Lingkungan Pengendapan
Tersier	Eosen	Fm. Long Bawan (Ktib)	Perselingan batupasir, batulanau dan batulempung (argilit), abu-abu-coklat kemerahan, berlapis baik, sisipan batubara dan batuan evaporit (KTib).	Fluvio-deltaik hingga lagun
	Paleosen			
Kapur	Akhir	? Fm. Lurah (Ktlu)	Batupasir grewake, berwarna kehijauan, berbutir halus-sedang, felsparan, pada bagian atas berkembang batugamping, argilit dan batubara (KTlu).	tepi benua - laut dangkal

Gambar 5. Stratigrafi daerah penyelidikan (dimodifikasi dari BRGM, 1982; Hutchison, 1988 dan Heryanto, dkk., 1995).



Gambar 6. Perselingan batupasir, batulanau dan batulempung Formasi Long Bawan.



Gambar 7. Peta Geologi daerah Long Pupung.



Gambar 8. Singkapan batubara di Sungai Long Fungan (LB-5).



Gambar 9. Batubara yang ditemukan pada jalan setapak ke Bario (LL-3).

Tabel 1. Lokasi singkapan batubara Formasi Long Bawan di daerah penyelidikan

No	Blok	Stasiun	Koordinat		Jurus (N...E)	Dip (°)	Tebal (m)	Lokasi	Keterangan	
			X	Y						
1	Tanjung Kaliya	Tk-1	Seam D-1	115°37'51,84"	03°51'9,51"	10	52	0,52	Sungai Pulut	Batubara hitam, kilap kaca, agak keras, pecahan konkoidal, sisipan batulempung 10 cm, kontak gradasi menjadi coaly clay 15 cm dibawahnya. Ditemukan struktur aliken side pada batubara.
2		Tk-2	Seam D-2	115°37'53,26"	03°51'9,28"	10	56	0,25	+25 m dan Sungai Pulut	Batubara hitam, kilap kaca, agak keras, pecahan berlembar.
3	Long Uped	LB-1	Seam E	115°36'26,04"	03°46'15,4"	235	19	0,15; 0,1; 0,05	Jalan setapak di daerah Long Uped	Batubara hitam keputihan, kilap kusam, pecahan menyempit, agak lapuk, dengan parting coaly clay (15 dan 7 cm).
4	Long Bayuh	LB-6	Seam F-1	115°38'50,47"	03°42'58,9"	175	60	0,95	Sungai Long Fungan	Batubara, hitam, kilap kaca, pecahan konkoidal, masif, keras, gores hitam, pada bagian bawah batuanau mengandung partikel karbonan.
5		115°38'50,06"		03°42'56,6"	190	64	0,98	Anak Sungai Long Fungan	Batubara, hitam, kilap kaca, pecahan konkoidal, masif, keras, gores hitam, kontak tegas.	
7		LB-4	Seam F-2	115°38'40,07"	03°43'29,9"	190	70	0,72	Anak Sungai Long Bayuh	Batubara, hitam, kilap kaca, masif pecahan konkoidal, gradasi menjadi coaly clay pada bagian atas (5 cm).
8		LB-7		115°38'45,86"	03°42'56,6"	185	63	0,25	Anak Sungai Long Fungan	Batubara, hitam, pecahan berlembar, agak keras.
9		LB-3	Seam F-3	115°38'33,53"	03°43'34,6"	170	63	0,6	Anak Sungai Long Bayuh	Batubara, hitam, kilap kaca, masif, pecahan konkoidal, kontak tegas dengan batupasir diatasnya dan batulempung dibawahnya.
10		LB-2	Seam F-4	115°38'32,7"	03°43'32,9"	170	43	0,88	Sungai Long Bayuh	Batubara, hitam, kilap kaca, keras, masif, pecahan konkoidal, kontak tegas.
		LB-8		115°38'41,52"	03°43'0,21"	180	43	0,67	Sungai Long Bit	Batubara, hitam, kilap kaca, keras, pecahan konkoidal, kontak tegas dengan batuanau di atas dan bawahnya.
11		Pakuyur	LL-1	Seam G-3	115°39'4,48"	03°36'57,0"	44	30	0,65	Jalan setapak ke Bario
12	LL-2		Seam G-2	115°38'52,5"	03°37'6,73"	80	27	0,15	Jalan setapak ke Bario	Batubara, hitam, agak lapuk, sebagai sisipan pada batulempung lapuk.
13	LL-3		Seam G-1	115°35'44,96"	03°37'17,0"	30	43	0,78	Jalan setapak ke Bario	Batubara, hitam, kilap kaca, pecahan blocky dan konkoidal, masif, keras, gores hitam.

Tabel 2. Sumberdaya batubara Formasi Long Bawan di daerah penyelidikan

No.	Blok	Seam	Lapisan Batubara					Sumber Daya (ton)	Keterangan
			Dip (°)	Tebal (m)	Panjang (m)	Lebar (m)	Berat Jenis		
1	Tanjung Karya	D1	52	0,52	2000	126,9	1,65	(217.760)	Tidak disertakan
2		D-2	56	0,25	1000	120,6	1,56	(47.034)	Tidak disertakan
3	Long Uped	E	19	~0,3	1000	307,2	2,26	(208.282)	Tidak disertakan
4	Long Bayuh	F1	62	0,97	2070	113,3	1,32	300.294	Kalori sangat tinggi
5		F2	67	0,49	2550	108,7	1,28	173.850	Kalori sangat tinggi
6		F3	63	0,6	2000	112,2	1,34	180.418	Kalori sangat tinggi
7		F4	43	0,78	3100	146,6	1,28	453.733	Kalori sangat tinggi
8	Pakuyur	G1	43	0,78	2000	146,6	1,38	315.600	Kalori tinggi
9		G2	27	0,15	1000	220,3	-	-	Tidak dianalisis
10		G3	30	0,65	2000	200	1,32	343.200	Kalori sangat tinggi
Total sumber daya								1.767.095	Blok Long Bayuh dan Pakuyur

**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN SUMBER DAYA BATUBARA DI SAROLANGUN,  
KABUPATEN SAROLANGUN, PROVINSI JAMBI**

**Sigit A. Wibisono dan Dede Ibnu Suhada**

Kelompok Program Penelitian Energi Fosil

**SARI**

Geologi daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Sumatera Selatan. Secara umum daerah penyelidikan tersusun oleh batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier yang terdiri dari batuan sedimen, batuan malihan dan batuan terobosan yang berumur permian hingga pliosen. Batuan sedimen terdiri dari Formasi Papanbetupang, Formasi Kasiro, Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai. Batuan malihan terdiri dari Formasi Mengkarang, Formasi Asai, Formasi Peneta, Anggota Mersip Formasi Peneta. Sedangkan batuan terobosan terdiri dari Granit Arai dan Granit Tantan. Batuan sedimen menempati 65% dibagian timur dan batuan terobosan menempati 35% di bagian barat dari lokasi penyelidikan.

Singkapan batubara ditemukan pada dua formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim dan Formasi Papan Betupang. Batubara Formasi Muaraenim terdapat pada Blok Cermin Nan Gedang dan Sungai Dingin sedangkan batubara Formasi Papan Betupang terdapat pada Blok Batang Asai. Ketebalan batubara di Formasi Muaraenim antara 1,00-3,10 meter sedangkan Formasi Papan Betupang antara 0,40-0,50 meter. Hasil analisis kimia dari laboratorium menunjukkan nilai kalori rata-rata untuk batubara Formasi Muaraenim 5.592,50 kal/gr sedangkan untuk Formasi Papan Betupang 7.024 kal/gr. Berdasarkan nilai kalori maka batubara Formasi Muaraenim termasuk dalam kategori batubara kalori sedang (*medium calory*) dan batubara Formasi Papan Betupang termasuk batubara kalori tinggi (*high calory*).

Sumberdaya batubara di daerah penyelidikan dihitung sampai kedalaman 100 meter mencapai 2.213.851 Ton. Diperkirakan dibagian selatan di luar daerah penyelidikan berdasarkan acuan peta geologi lembar Sarolangun, masih terdapat sebaran batubara dengan nilai kalori tinggi pada Formasi Papan Betupang yang memiliki sebaran formasi yang lebih luas. Oleh karena itu diperlukan pemetaan geologi lanjutan guna melakukan penyelidikan lebih rinci pada daerah tersebut.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara menyatakan bahwa mineral dan batubara yang terkandung dalam wilayah hukum pertambangan Indonesia merupakan kekayaan alam yang tak terbarukan sebagai bentuk karunia Tuhan Yang Maha Esa yang mempunyai peranan penting dalam memenuhi hajat hidup orang banyak, oleh sebab itu pengelolaannya harus dikuasai negara untuk memberi nilai tambah secara nyata bagi perekonomian nasional dalam usaha mencapai kemakmuran dan kesejahteraan rakyat secara berkeadilan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 18 Tahun 2010 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi sebagai salah satu unit eselon II di Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mempunyai tugas pokok dan fungsi menyelenggarakan penelitian, penyelidikan dan pelayanan bidang sumber daya geologi, diantaranya adalah sumber daya batubara.

Salah satu rencana kegiatan yang dilakukan dalam rangka pelaksanaan program kegiatan Daftar

Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) guna mendukung tupoksi Pusat Sumber Daya Geologi tersebut adalah melakukan Penyelidikan Pendahuluan Sumberdaya Batubara Di Sarolangun, Provinsi Jambi.

### 1.2. Maksud dan Tujuan

Sesuai dengan Tugas Pokok dan Fungsi Pusat Sumber Daya Geologi, maksud kegiatan penyelidikan pendahuluan ini adalah untuk mengungkap potensi batubara yang meliputi data jurus dan kemiringan, ketebalan, jumlah lapisan, kualitas dan potensi batubara. Selain itu diamati juga kondisi sarana, pra sarana dan kondisi lingkungan yang nantinya agar dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tindak lanjut dalam tahapan penyelidikan lanjutan.

Tujuannya adalah untuk mengetahui informasi awal mengenai potensi sumberdaya batubara dan prospek pengembangannya di masa yang akan datang di daerah Sarolangun dan sekitarnya. Selain itu penyelidikan ini juga bertujuan untuk menambah data potensi sumberdaya batubara yang terdapat bank data di lingkungan Pusat Sumber Daya Geologi.

### 1.3. Lokasi Kegiatan dan Kesampaian Daerah

Penyelidikan batubara dilakukan di daerah Sarolangun tepatnya di

daerah Batang Asai dan sekitarnya, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Daerah penyelidikan berada di bagian selatan dari Provinsi Jambi yang secara geografis dibatasi oleh koordinat  $102^{\circ}17'00''$ –  $102^{\circ}37'00''$  BT dan  $02^{\circ}15'00''$  –  $02^{\circ}30'00''$  LS (**Gambar 1**). Daerah penyelidikan dibatasi dengan luas wilayah 20 menit x 15 menit atau setara dengan 1.029 km<sup>2</sup>. Daerah Batang Asai dan sekitarnya dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat dari Kota Jambi menuju Kota Sarolangun dengan jarak sekitar 179 km dan waktu tempuh sekitar 4 jam, kemudian dilanjutkan dari Kota Sarolangun menuju ke daerah penyelidikan dengan menggunakan kendaraan roda empat dengan jarak sekitar 100 km dan waktu tempuh sekitar 4,5 jam.

Dengan jarak yang lebih pendek, waktu tempuh dari Kota Sarolangun menuju daerah penyelidikan lebih lama apabila dibandingkan dengan waktu tempuh dari Kota Jambi menuju Kota Sarolangun, hal ini dikarenakan kondisi jalan menuju daerah penyelidikan kurang baik di beberapa tempat. Lokasi keterdapatn singkapan batubara di daerah penyelidikan ditempuh dengan berjalan kaki.

#### 1.4. Penyelidik Terdahulu

De Coster (1974) menyebutkan keberadaan batubara di Cekungan

Sumatera Selatan pada Formasi Palembang Tengah (Formasi Muaraenim). Batubara biasanya ditemukan sebagai batas bawah formasi tersebut di bagian selatan cekungan. Di cekungan ini, jumlah perlapisan dan ketebalan batubara berkurang dari selatan ke utara.

Shell Mijnbouw (1978) secara luas telah menyelidiki endapan batubara Formasi Muaraenim pada Cekungan Sumatera Selatan, antara lain dengan metoda pemboran dan pengukuran seismik. Hasil penyelidikan telah membagi Formasi Muaraenim atas 4 (empat) Anggota yaitu dari tua ke muda : M1, M2, M3 dan M4, pembagian ini didasarkan atas keberadaan lapisan-lapisan batubara yang terkandung pada formasi tersebut.

Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (1990) telah melakukan pemetaan geologi batubara di daerah Sungai Menkua, Kecamatan Limun.

Menurut Suwarna dkk. (1992) batubara dalam Formasi Muaraenim di daerah Sarolangun ditemukan sebagai lignit membentuk lensa-lensa dengan ketebalan 1,5 m dan kemiringan 10-35<sup>o</sup>. Selain pada Formasi Muaraenim, sisipan tipis batubara juga dapat ditemukan pada Formasi Kasiro, Air Benakat dan Papanbetupang.

Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (2002) telah melakukan menyelidiki endapan bitumen padat di

daerah Menkua Limun tepatnya di Formasi Mengkarang yang merupakan satuan serpih dan lempung di Formasi Muaraenim. Dalam penyelidikan tersebut telah diketemukan pula singkapan batubara yang berselang-seling dengan lempung pasiran dan serpih dengan ketebalan sekitar 0,65 m.

Di Cekungan Sumatera Selatan, sedimen Neogen terdiri dari serpih marin, batugamping dan batupasir laut dangkal yang mewakili fasa transgresif beralih ke bagian atas menjadi serpih non-marin Formasi Palembang Tengah (Formasi Muaraenim) yang kaya akan endapan batubara. Batubara Neogen dalam Formasi Muaraenim membentuk tiga kelompok berbeda yang mengandung beberapa seam, yaitu kelompok pertama pada bagian atas formasi (seam Merapi), bagian tengah (seam Mangus, Petai dan Suban) dan bagian bawah formasi (mengandung 6-7 seam) (Barber dkk., 2005).

Kegiatan pengkajian batubara bersistem yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi di Cekungan Sumatera Selatan, baik di wilayah Provinsi Sumatra Selatan maupun Provinsi Jambi menunjukkan bahwa formasi yang paling berpotensi sebagai formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim. Hasil penyelidikan Sumaatmadja (2000) di daerah Tanah Abang dan sekitarnya menyimpulkan keberadaan batubara dalam Formasi

Muaraenim membentuk 11 lapisan batubara utama dengan nilai kalori berkisar antara 4.885-5535 kal/g (lignit – sub-bituminous). Penyelidikan Sumaatmadja dan Iskandar (2001) di daerah Nibung dan sekitarnya menyimpulkan keterdapatannya batubara dalam Formasi Muaraenim membentuk 8 lapisan dengan nilai kalori antara 5.285-5870 kal/g (lignit – sub-bituminous). Penyelidikan Sukardi dkk. (2001) di daerah Musirawas-Lubuknapal menyimpulkan adanya batubara membentuk 5 lapisan yang dapat dikorelasikan dengan nilai kalori antara 6239-6453 kal/g (daf) (sub-bituminous).

## **2. GEOLOGI UMUM**

Pulau Sumatera terletak di sepanjang tepi baratdaya Daratan Sunda yang tersubduksi ke dalam Lempeng Indo-Australia. Zona konvergensi menyerong ini ditandai oleh sistem palung-busur Sunda aktif yang membentang lebih dari 5000 km dari Myanmar di utara hingga zona (collision) Lempeng Australia dengan bagian timur Indonesia di selatan (Hamilton, 1979 dalam Darman dan Sidi, 2000).

Pembentukan cekungan sedimen Tersier di Pulau Sumatera berkaitan dengan proses konvergensi tersebut. Cekungan busur belakang



Sumatra (Sumatra back arc basin) yang terbentuk selama periode Tersier Awal (Eosen – Oligosen), terdiri dari rangkaian blok horst dan graben yang terbentuk sebagai respon ekstensi busur belakang akibat diapirisme dan penjarangan konveksi mantel selama subduksi (Eubank dan Makki, 1981 dalam Barber, dkk, 2005).

Cekungan Sumatera Selatan merupakan salah satu cekungan busur belakang yang terbentuk selama ekstensi barat-timur pada masa akhir pra-Tersier hingga awal Tersier (Daly dkk., 1987 dalam Darman dan Sidi, 2000) (**Gambar 2**).

Cekungan ini merupakan cekungan sedimen dan struktural asimetris yang dibatasi oleh sesar dan anjakan dari batuan pra-Tersier sepanjang Pegunungan Bukit Barisan di baratdaya dan batuan pra-Tersier dari paparan Sunda di timurlaut (de Coster, 1974). Batas antara Cekungan Sumatra Selatan dengan Cekungan Sumatra Tengah yaitu batuan dasar pra-Tersier yang tersingkap membentuk Pegunungan Tigapuluh dan Pegunungan Dua Belas, sedangkan batas di bagian selatan yaitu Tinggian Lampung yang memisahkan cekungan ini dengan Cekungan Sunda.

Aktivitas orogenesis selama Kapur Akhir hingga Eosen memotong cekungan ini menjadi empat sub-cekungan yaitu Sub-cekungan

Palembang Utara, Sub-cekungan Palembang Selatan, Sub-cekungan Palembang Tengah dan Sub-cekungan Jambi.

Daerah penyelidikan berdasarkan pembagian mandala tektonik Tersier Sumatra berada di antara zona busur magmatik dan zona busur belakang (Suwarna, dkk, 1992). Sekuen sedimen Tersier yang terletak pada zona busur belakang merupakan bagian dari Cekungan Sumatra Selatan bagian barat khususnya Sub-cekungan Palembang Tengah.

## 2.1. Stratigrafi

Merujuk pada Peta Geologi Lembar Sarolangun, stratigrafi regional lembar Sarolangun dapat dibagi dalam 3 kelompok yaitu pra-Tersier, Tersier dan Kuartar (**Gambar 3 dan 4**). Batuan tertua pada kelompok Pra-Tersier yaitu Formasi Mengkarang dan Palepat. Formasi Mengkarang terdiri dari sedimen darat dan laut berbutir halus-kasar, sedangkan Formasi Palepat terdiri dari batuan gunungapi dasit sampai andesit dengan sisipan batugamping dan sedimen klastik. Kedua formasi ini berumur Perm Awal-Tengah dan keduanya diterobos oleh granodiorit Tantan berumur Trias Akhir-Jura. Secara tidak selaras di atas Formasi Mengkarang dan Formasi Palepat diendapkan Formasi Asai,

Formasi Rawas dan Formasi Peneta. Formasi Asai terdiri dari metasedimen dengan ciri flysch berumur pertengahan Jura. Formasi Rawas tersusun oleh sekuen turbidit dengan sisipan batuan gunungapi basa yang diendapkan pada Jura Akhir-Kapur Awal, sedangkan Formasi Peneta terdiri dari batuan sedimen laut paparan dan batugamping terumbu yang diendapkan seumur dengan Formasi Rawas.

Batuan sedimen Tersier di Cekungan Sumatra Selatan diawali oleh perioda genanglaut yang menerus hingga pertengahan Miosen dan disusul oleh perioda susutlaut.

Sedimen Tersier tertua yang tersingkap yaitu Formasi Seblat dan Formasi Papanbetupang yang berumur Oligosen – Miosen Awal yang memiliki hubungan menjemari dengan Formasi Hulusimpang, terdiri dari konglomerat aneka bahan, batupasir, batulempung, batulanau, dan breksi dengan sisipan batulempung, batupasir tufan dan batubara yang berumur Oligo Miosen dan Formasi Kasiro yang terdiri dari serpih, batulempung dan batulanau, sisipan batupasir umumnya tufan ditindih selaras oleh Formasi Gumai yang terdiri dari serpih, batupasir gampingan dan batulanau.

Formasi Gumai ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Airbenakat berumur Miosen Tengah-Akhir, terdiri dari batupasir glaukonitan, napal dan

batulanau yang diendapkan di laut dangkal selama susutlaut. Formasi Muaraenim menindih secara selaras Formasi Airbenakat berumur Miosen Akhir-Pliosen, terdiri dari batupasir dan batulempung, sebagian tufaan dan mengandung horison lignit. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai peralihan. Berikutnya Formasi Kasai berumur Plio-Plistosen terdiri dari batupasir dan batulempung darat yang mengandung batuapung dan tufan menindih secara tak selaras Formasi Muaraenim.

Susunan batuan Kuartar terdiri dari lava Plistosen, breksi dan tuf bersusunan andesit-basal yang terbentuk di lajur Bukit Barisan dan sedimen aluvial Holosen yang terbentuk di sepanjang sungai-sungai utama.

## **2.2. Struktur**

Struktur yang terbentuk di Cekungan Sumatra Selatan merupakan hasil dari tiga kejadian tektonik utama yaitu orogenesis Mesozoikum Tengah, tektonisme Kapur Akhir-Eosen dan orogenesis Plio-Plistosen (de Coster, 1974). Dua kejadian tektonik pertama mempengaruhi konfigurasi batuan dasar berupa pembentukan graben, horst dan blok-blok sesar. Peristiwa tektonik terakhir menghasilkan kenampakan struktur saat ini yang berorientasi baratlaut-tenggara dan depresi di bagian timurlaut.

Pada lembar peta Sarolangun, struktur yang berkembang yaitu sesar dan perlipatan. Perlipatan pada batuan metamorf pra-Tersier memperlihatkan gejala perlipatan tegak berarah baratlaut-tenggara. Batuan Kuartar dan Tersier menunjukkan perlipatan tegak terbuka dengan sumbu lipatan baratlaut-tenggara yang sejajar dengan kecenderungan arah struktur Sumatra. Perlipatan berarah baratlaut-tenggara merupakan hal umum pada batuan Tersier dan pra-Tersier yang terjadi pada Plio-Plistosen. Pensesaran terhadap batuan pra-Tersier menunjukkan intensitas yang lebih besar dibanding pensesaran terhadap sedimen Tersier yang menindihnya. Arah utama sesar adalah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya dengan sesar-sesar kecil yang berarah utara baratlaut-selatan tenggara sampai utara-selatan.

Sesar dengan orientasi baratlaut-tenggara membentuk zona rangkaian sesar sepanjang 90 km di sekitar tepi timur Pegunungan Barisan. Umumnya sesar dengan arah umum seperti ini merupakan sesar mendatar mengangan dan sesar naik. Sesar dengan orientasi timurlaut-baratdaya memperlihatkan pergeseran mengiri dan membentuk batas utama dengan cekungan sedimen Tersier (de Coster, 1974). Holder (1990 dalam Suwarna dkk., 1992) menyatakan bahwa sistem sesar timurlaut-baratdaya

terbentuk sebagai suatu rangkaian sesar yang memotong sesar-sesar baratlaut-tenggara pada Kapur Akhir-Tersier Awal dan mengalami peremajaan pada Plio-Plistosen.

### **2.3. Keterdapatn Batubara**

Berdasarkan hasil penyelidikan terdahulu diketahui bahwa keterdapatn batubara pada daerah penyelidikan terdapat di Formasi Muaraenim dan Formasi Papanbetupang

## **3. KEGIATAN PENYELIDIKAN**

### **3.1. Keterdapatn Batubara**

Sebelum dilakukan kegiatan penyelidikan lapangan, didahului dengan melakukan pengumpulan data dan informasi terkait daerah yang akan diselidiki. Data dan informasi tersebut dapat berupa laporan hasil penyelidikan dari penyelidikan terdahulu maupun data spasial di sekitar daerah penyelidikan yang diperoleh dari perpustakaan yang berada dilingkungan badan geologi dan kemudian digunakan sebagai data awal untuk tahapan berikutnya yaitu penyelidikan lapangan.

Penyelidikan lapangan merupakan rangkaian kegiatan pengumpulan data primer yaitu dengan melakukan pemetaan singkapan batuan pada formasi batuan daerah penyelidikan dan sekitarnya, pengambilan conto, pemerian, plotting

dan pendokumentasian data lapangan kedalam peta dan laporan.

### **3.2. Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder merupakan salah satu rangkaian dalam kegiatan penyelidikan untuk mengetahui data dan informasi awal mengenai keberadaan batubara di daerah penyelidikan. Data sekunder adanya endapan batubara diantaranya diperoleh dari publikasi Peta Geologi Lembar Sarolangun yang diterbitkan oleh Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang menerangkan bahwa formasi batuan yang mengandung batubara (coal bearing formation) di daerah penyelidikan antara lain Formasi Muaraenim (Tmpm), Formasi Air Benakat (Tma), Formasi Mengkarang (Pm) dan Formasi Papan Betupang (Tomp). Dari keempat formasi tersebut, hanya dua formasi yang ditemukan adanya singkapan batubara yaitu Formasi Muaraenim (Tmpm) dan Formasi Papan Betupang (Tomp).

Kemudian, pada tahun 2002 di Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral (DIM) telah dilakukan penyelidikan pendahuluan bitumen padat di daerah Menkua Limun, Provinsi Jambi. Dalam penyelidikan tersebut, selain ditemukan adanya singkapan bitumen padat atau serpih, telah

ditemukan pula singkapan batubara yang berselang-seling dengan lempung pasir dan serpih pada Formasi Muaraenim dengan ketebalan sekitar 0,65 m.

Data dari Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sarolangun menyebutkan bahwa di daerah penyelidikan telah terdapat beberapa Izin Usaha Pertambangan (IUP) batubara. Namun dari sekian banyak IUP tersebut sebagian besar masih dalam tahap eksplorasi.

### **3.3. Pengumpulan Data Primer**

Pengumpulan data primer merupakan kegiatan lapangan yaitu melakukan pemetaan geologi permukaan dengan cara menyusuri sungai-sungai, jalan setapak atau tebing yang terdapat di daerah penyelidikan. Tujuan dari kegiatan ini untuk mencari singkapan batubara yang muncul dipermukaan. Ada beberapa cara dalam menemukan singkapan batubara diantaranya yaitu berdasarkan informasi yang berasal dari penduduk setempat.

Selain itu, cara yang lain adalah dengan menyusuri dan mengamati batuan di daerah sepanjang pinggiran aliran sungai dan anak sungai. Singkapan batubara yang telah ditemukan kemudian diukur arah jurus, kemiringan, tebal serta ditentukan posisinya dengan bantuan alat Global Positioning System (GPS), hasilnya

kemudian dicatat dan diplot pada peta dasar skala 1 : 50.000. Ketebalan lapisan batubara diukur langsung dan dilakukan juga dengan kegiatan Measuring section dengan mencari dan mengukur secara cermat batas-batas kontak lapisan baik batas atas (top) maupun batas bawahnya (bottom) kemudian dilakukan perhitungan dan koreksi. Metoda ini dilakukan bila endapan batubara cukup tebal, disamping itu dilakukan juga pengamatan deskripsi terhadap adanya sisipan dan batuan pengapitnya.

Pengambilan conto batubara untuk keperluan analisis laboratorium dilakukan dengan metoda Channel Sampling dan sedapat mungkin contoh batubara ini mewakili lapisan batubara yang akan dianalisis. Conto batubara yang diambil diusahakan dari bagian yang masih segar yang dianggap terbebas dari pengotoran akibat proses oksidasi, pelapukan dan humus. Contoh yang diperoleh kemudian dibersihkan dan dikemas dalam kantong plastik.

Pengamatan dan pengukuran singkapan batubara dan lapisan pengapit di daerah penyelidikan difokuskan pada formasi pembawa batubara, yaitu Formasi Muaraenim (Tm<sub>pm</sub>) dan Formasi Papanbetupang (Tomp). Pekerjaan yang dilakukan terdiri dari:

- Mencari lokasi singkapan batuan pada formasi pembawa batubara

baik berdasarkan peta geologi, penyelidikan terdahulu maupun berdasarkan informasi dari masyarakat setempat.

- Mengukur kedudukan dan tebal lapisan batubara, berupa kedudukan, jurus, arah dan ketebalan lapisan.
- Mengamati lapisan-lapisan pengapit dan hubungannya dengan batubara.
- Membuat sketsa dan dokumentasi tiap singkapan yang ditemukan, mencatat lokasi keterdapatan, infrastruktur dan kondisi sosial masyarakat di sekitar lokasi keterdapatan endapan batubara.
- Mengambil conto batubara untuk keperluan analisis.

### 3.4. Analisis Laboratorium

Conto batubara yang telah diambil dari kegiatan penyelidikan lapangan, akan dianalisis berdasarkan kualitasnya di laboratorium. Adapun jenis analisis kualitas batubara yang akan dilakukan yaitu antara lain analisis kimia (proksimat dan ultimat) fisika (indeks kekerasan (HGI), berat jenis (SG) dan nilai kalori) termasuk petrografi organik. Analisis Proksimat dilakukan untuk menentukan kadar air (moisture), zat terbang (volatile matter), abu (ash), karbon tertambat (fixed carbon), belerang total (total sulphur). Sedangkan analisis ultimat dilakukan

untuk menentukan kandungan unsur kimia yang terdapat dalam batubara, seperti ; karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, unsur tambahan dan juga unsur jarang

Analisis petrografi bertujuan untuk mengetahui komposisi maseral penyusun batubara di daerah penyelidikan. Selain komposisi maseral, juga dilakukan pengukuran reflektan terhadap maseral vitrinit guna mengetahui tingkat kematangan pembatubaraan. Ketiga analisis tersebut dilakukan terhadap conto batubara yang mewakili setiap lapisan batubara dan juga dilakukan di laboratorium fisika mineral Pusat Sumber Daya Geologi.

### **3.5. Pengolahan Data**

Data penyelidikan terdiri atas data primer hasil dari kegiatan penyelidikan lapangan secara langsung sebagaimana yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya dan data sekunder yang merupakan data literatur berupa hasil penyelidikan terdahulu, kemudian diolah untuk menghasilkan suatu informasi mengenai endapan batubara di daerah penyelidikan sesuai dengan tahapan penyelidikan pendahuluan yang dilakukan.

Data singkapan batubara akan dikorelasikan untuk mendapatkan gambaran mengenai bentuk sebaran maupun identifikasi jumlah lapisan termasuk aspek-aspek geologi yang

mempengaruhinya seperti struktur dan stratigrafi. Hasil analisis conto di laboratorium akan menunjang penafsiran data lapangan dan akan memberikan informasi tambahan antara lain mengenai kualitas, tingkat kematangan, material penyusun sedimen, kondisi pengendapan dan lain sebagainya

Pembuatan peta dilakukan dikantor dengan membuat digitasi dan koreksi serta evaluasi dalam pembuatan peta sebaran lokasi pengamatan lapisan batubara dan batuan lainnya di daerah penyelidikan dan sekitarnya. Setelah dilakukan pembuatan peta, kemudian dilakukan penyusunan laporan berdasarkan hasil kegiatan pemetaan di daerah penyelidikan. Hasil dari dua kegiatan tersebut kemudian dituangkan dalam bentuk sebuah laporan akhir yang disertai dengan lampiran peta sebaran dan korelasi batubara serta penampang peta geologi dengan skala 1 : 50.000.

## **4. HASIL PENYELIDIKAN**

### **4.1. Geologi Daerah Penyelidikan**

Geologi daerah penyelidikan tersusun oleh batuan berumur Pra-Tersier dan Tersier yang terdiri dari batuan sedimen, batuan malihan dan batuan terobosan yang berumur permian hingga pliosen. Batuan sedimen terdiri dari Formasi

Papanbetupang, Formasi Kasiro, Formasi Airbenakat, Formasi Muaraenim dan Formasi Kasai. Batuan malihan terdiri dari Formasi Mengkarang, Formasi Asai, Formasi Peneta, Anggota Mersip Formasi Peneta. Sedangkan batuan terobosan terdiri dari Granit Arai dan Granit Tantan. Batuan sedimen menempati 65% dibagian timur dan batuan terobosan menempati 35% di bagian barat dari daerah penyelidikan.

#### 4.2. Morfologi Daerah Penyelidikan

Morfologi daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi 2 satuan yaitu satuan perbukitan bergelombang dan pedataran. Satuan perbukitan bergelombang sedang dan tinggi dikarenakan daerah penyelidikan termasuk ke dalam Antiklinorium Palembang bagian selatan. Ketinggian daerah ini paling rendah 61 m dan paling tinggi 235 m di atas permukaan laut.

Satuan pedataran disusun oleh endapan Aluvial ini melampar di bagian timurlaut daerah penyelidikan di sekitar aliran Sungai Batang Tembesi. Hal ini dicirikan dengan adanya endapan permukaan aluvial (Qa) yang menindih secara selaras batuan pada Formasi Kasai (QTK) dibawahnya. Sungai Tembesi merupakan sungai terbesar dan sebagai muara tempat mengalirnya air dari sebagian besar anak sungai

yang terdapat di daerah penyelidikan. Aliran sungainya berkelok-kelok membentuk pola meander dan mengendapkan gosong pasir di tiap lekukannya. Selain itu, terdapat juga Sungai Batang Asai dan Sungai Limun yang terdapat dibagian tengah dan utara daerah penyelidikan. Pola aliran sungai secara umum adalah dendritik yang mencerminkan ketahanan batuan terhadap erosi seragam.

Satuan perbukitan bergelombang di lapangan dicirikan berupa bukit-bukit yang berlereng sedang antara  $15^{\circ}$  sampai  $35^{\circ}$ , puncak bukitnya tumpul, membulat, memanjang yang arah umumnya Baratlaut-Tenggara. Satuan ini terlampar paling luas dibanding dengan satuan dataran Aluvial. Satuan ini dibentuk oleh batuan sedimen malihan dan batuan terobosan yang terdiri dari Formasi Peneta, Anggota Mersip Formasi Peneta, Formasi Asai, Granit Arai dan Granit Tantan serta sedimen dari Formasi Papanbetupang, Formasi Kasiro, Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim dan Formasi Kasai.

#### 4.3. Stratigrafi Daerah Penyelidikan

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh batuan terobosan dan sedimen yang berumur Jura-Pliosen. Urutan formasi dari yang tua ke muda adalah Formasi Mengkarang, Granit

Tantan, Granit Arai, Formasi Formasi Asai, Anggota Mersip Formasi Peneta, Formasi Peneta, Formasi Papan Betupang, Formasi Kasiro, Formasi Air Benakat, Formasi Muaraenim, Formasi Kasai dan Aluvium.

#### **4.4. Struktur Geologi Daerah Penyelidikan**

Perlapisan batuan di daerah penyelidikan membentuk lipatan dan sebagian tersesarkan. Lipatan umumnya terdiri dari antiklin yang mempunyai sumbu berarah baratlaut-tenggara dengan sudut yang landai terdapat di daerah penyelidikan bagian baratlaut dan tenggara. Di daerah penyelidikan kemiringan lapisan ditemukan berkisar antara 15<sup>0</sup> sampai 35<sup>0</sup> yang merupakan bagian dari suatu sayap antiklin.

Sesar yang terjadi adalah sesar normal dan sesar mendatar yang mempunyai arah umum baratdaya-timurlaut. Struktur patahan ditemukan ciri-cirinya di sekitar hulu Sungai Mengkua yang mempunyai kemiringan lapisan lebih dari 60<sup>0</sup> dan di sekitar Sungai Pamoro di barat laut daerah penyelidikan dengan kemiringan lapisan hingga 65<sup>0</sup> dengan arah penunjaman ke timurlaut.

#### **4.5. Potensi Endapan Batubara**

Potensi endapan batubara yaitu membahas mengenai hasil-hasil

lapangan, dimulai dari klasifikasi data lapangan dan pemilihan contoh batuan yang akan dianalisis di laboratorium yang kiranya dapat mewakili masing-masing singkapan batubara secara proporsional, yang mana hasilnya sangat berguna untuk menentukan kualitas dan kuantitas perhitungan potensi sumberdaya endapan batubara beserta penilaian aspek geologi lainnya, seperti bentuk bentuk sebaran batubara dan struktur sedimen batubara dengan kendala struktur patahan geologi yang sangat kompleks. Dari beberapa hasil analisis kualitas, kuantitas dan faktor geologi dapat ditentukan potensinya.

Kegiatan penyelidikan yang dilakukan di lapangan adalah berupa pemetaan geologi permukaan. Pemetaan geologi dilakukan terhadap formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim, Formasi Air Benakat, Formasi Papan Betupang yang berumur Tersier dan Formasi Mengkarang yang berumur Pra-Tersier. Keterdapatan formasi pembawa batubara sebagaimana disebutkan diatas berdasarkan referensi yang diambil dari peta geologi regional lembar Sarolangun. Berdasarkan hasil pemetaan geologi di daerah penyelidikan, singkapan batubara yang tersingkap di permukaan hanya berada di dua formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim dan Formasi Papan Betupang. Selain itu, berdasarkan



pemetaan geologi tersebut ditemukan 8 lokasi singkapan batubara dan 16 lokasi singkapan batuan lain. Data singkapan batubara di daerah penyelidikan memiliki ketebalan antara 0,40 – 3,10 meter. Data singkapan batuan batubara dan batuan lain dapat dilihat pada **tabel 1 dan 2**. Dari 8 singkapan batubara tersebut dapat dibagi menjadi 3 (tiga) blok, yaitu Blok Cermin Nan Gedang, Blok Sungai Dingin dan Blok Batang Asai.

Berdasarkan hasil pengamatan di daerah penyelidikan, terdapat 3 jenis batubara yaitu dua jenis batubara yang terdapat pada Formasi Muaraenim dimana jenis pertama berwarna hitam, kilap kusam sampai agak terang, rapuh sampai keras, garis gores coklat dan terdapat sisipan damar. Sedangkan jenis kedua berwarna hitam, kusam berlapis, mudah pecah dan garis gores coklat. Batubara jenis ketiga terdapat pada Formasi Papan Betupang berwarna hitam, mengkilat, ringan, keras dan garis gores hitam. Batubara di Formasi Muaraenim diperkirakan memiliki dua lapisan dengan ketebalan berkisar antara 1,00 - 3,10 meter sedangkan di Formasi Papan Betupang diperkirakan memiliki 3 lapisan dengan ketebalan antara 0,40 - 0,50 meter.

Blok pertama yaitu Blok Cermin Nan Gedang terdiri dari satu lapisan dengan ciri megaskopis yaitu Batubara, hitam, kilap kusam, keras, garis gores

coklat, berlapis, sisipan damar. Arah jurus  $N300^{\circ}$  sampai  $N315^{\circ}$  dengan kemiringan  $30^{\circ}$  sampai  $40^{\circ}$  dan ketebalan sampai 3,10 meter. Lapisan ini termasuk kedalam Formasi Muara Enim dimana terdapat ciri berupa sisipan tuf. Blok kedua yaitu Blok Sungai Dingin, ditemukan satu lapisan batubara dengan ciri megaskopis yaitu; Batubara, hitam, kusam berlapis, mudah pecah, garis gores coklat. Arah jurus  $N10^{\circ}$  sampai  $N20^{\circ}$  dengan kemiringan  $20^{\circ}$  dan ketebalan 1,00 meter. Blok ketiga yaitu Blok Batang Asai, terdiri dari 3 lapisan batubara dengan ciri megaskopis seperti; hitam, mengkilat, ringan, keras, garis gores hitam. Arah jurus  $N40^{\circ}$  sampai  $N80^{\circ}$  dengan kemiringan  $5^{\circ}$  sampai  $15^{\circ}$  dan ketebalan antara 0,40 – 0,50 meter.

#### 4.6. Korelasi Lapisan (*seam*)

##### Batubara

Hasil interpretasi data singkapan batubara yang ditemukan di daerah penyelidikan, potensi endapan batubara dibagi menjadi 3 (tiga) blok batubara dan dapat dikorelasikan menjadi 5 lapisan batubara. Korelasi lapisan diinterpretasikan berdasarkan data singkapan di lapangan, seperti lokasi dan jarak antara titik singkapan, kedudukan lapisan batubara (variasi jurus, kemiringan dan ketebalan), kemenerusan dan litologi pengapit lapisan batubara. Selain itu interpretasi

korelasi seam juga berdasarkan pengamatan megaskopis singkapan batubara (contoh) dan variasi kualitas batubara (terutama nilai kalori).

Endapan batubara di daerah penyelidikan terdiri dari Blok Cermin Nan Gedang (Lapisan A (3,05 m)), Blok Sungai Dingin (Lapisan B (1,00 m)) dan Blok Batang Asai (Lapisan C-1 (0,4 m), Lapisan C-2 (0,50 m) dan Lapisan C-3 (0,50 m)).

#### **4.7. Kualitas Batubara**

Kualitas batubara di daerah penyelidikan ditentukan berdasarkan analisis di laboratorium. Analisis dilakukan terhadap conto singkapan batubara yang berasal dari daerah penyelidikan baik di Formasi Muaraenim maupun di Formasi Papan Betupang. Analisis laboratorium ini bermaksud untuk untuk mengetahui karakteristik, kualitas dan potensi batubara. Analisis yang dilakukan terdiri dari analisis kimia (proksimat dan ultimat) batubara serta analisis fisika atau petrografi batubara.

Analisis proksimat (kimia) dari 7 contoh batubara dilakukan dengan dasar dianginkan pada udara kering (adb) kecuali penentuan kandungan air total dan air bebas.

Hasil analisis kimia (proksimat) batubara di daerah penyelidikan menunjukkan bahwa nilai kalori batubara di daerah tersebut untuk

Formasi Muaraenim yang diwakili oleh kode conto SL-01, SL-02, SL-05 dan SL-06 rata-rata mencapai nilai 5.592,50 kal/gr. Sedangkan untuk Formasi Papan Betupang yang diwakili oleh kode conto SL-14, SL-15 dan SL-18 rata-rata mencapai nilai 7024 kal/gr. Pada conto batubara di Formasi Muaraenim kadar abu rata-rata 12,19%, sedangkan di Formasi Papan Betupang 6,84%.

Kadar belerang total rata-rata untuk conto batubara di Formasi Muaraenim 0,73%, sedangkan di Formasi Papan Betupang 0,59%. Kedua hal tersebut menunjukkan angka yang cukup kecil, sehingga batubara pada kedua formasi tersebut dapat dikategorikan lingkungan pengendapannya tidak banyak dipengaruhi oleh lingkungan air laut.

HGI atau nilai kekerasan pada conto batubara di kedua formasi tersebut sangat bervariasi, yaitu mulai dari 60 sampai 94, yang menunjukkan bahwa batubara di daerah tersebut ada yang mudah hancur seperti serbuk sampai yang agak susah hancur seperti bongkah, hal ini disebabkan oleh faktor materi komposisi batubara beserta lingkungan pengendapannya dan faktor tektonik dari patahan yang sangat intensif dan sangat kompleks.

Total Moisture (TM) rata-rata untuk batubara Formasi Muaraenim 29,08 % adalah relatif besar, sedangkan Inherent Moisture 6,93% adalah relatif

kecil, yang berarti bahwa kondisi fisik endapan batubara di daerah ini adalah berpori dan mudah retak. Sedangkan untuk batubara Formasi Papan Betupang Total Moisture (TM) rata-rata 13% dengan Inherent Moisture (IM) berkisar antara 3,77 – 5,31%.

Berdasarkan nilai kalori dan karbon tertambat (fixed carbon) maka dapat dikategorikan bahwa batubara di Formasi Muaraenim diklasifikasikan sebagai batubara kalori sedang (medium rank calorie). Sedangkan untuk batubara Formasi Papan Betupang dapat diklasifikasikan sebagai batubara kalori tinggi (high rank calorie). Pengklasifikasian batubara ini didasarkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2003.

Hasil analisis petrografi pada daerah penyelidikan dilakukan terhadap 7 conto batubara di dua formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim dan Formasi Papanbetupang.

Analisis petrografi ini bertujuan untuk mengetahui komposisi maseral (material asal organik), kelimpahan dan tingkat kematangan termal dari batuan. Berdasarkan tabel 8 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata reflektansi vitrinit dari setiap conto batubara berkisar antara 0,24% – 0,51%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kematangan batubara tersebut termasuk belum matang (*immature*)

(Waples,1985).

Sebagaimana batubara Indonesia pada umumnya komposisi maseral vitrinit sangat dominan yaitu berkisar dari 91,4% sampai 97,1%. Komposisi maseral vitrinit terbesar terdapat di conto batubara SL-16 pada Formasi Papanbetupang yaitu 97,1%. Sedangkan komposisi maseral inertinit berkisar dari 0,7% sampai 2,1% dimana nilai inertinit terbesar terdapat di conto batubara SL-01 pada Formasi Muaraenim.

Kandungan material lempung dan oksida besi dari contoh yang dianalisis berkisar dari 0,1% sampai 5,1%, hal ini menunjukkan bahwa kandungan mineral pada batubara di daerah ini sangat bervariasi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pengendapannya. Hasil pengukuran reflektansi vitrinit secara menunjukkan bahwa batubara di daerah penyelidikan diklasifikasikan sebagai batubara lignit-sub bituminous C.

#### 4.8. Sumberdaya Batubara

Berdasarkan SNI nomor 13-6011-1999 tentang klasifikasi sumberdaya dan cadangan batubara diterangkan bahwa batubara dengan ketebalan  $\geq 1,00$  meter untuk batubara energi rendah (kalori rendah – kalori sedang) dan ketebalan  $\geq 0,40$  meter untuk batubara energi tinggi (kalori tinggi – kalori sangat tinggi) yang dapat

dilakukan perhitungan sumberdaya. Selain itu, berdasarkan kondisi geologi daerah penyelidikan yang dianggap berada kondisi geologi sederhana sampai moderat, maka perhitungan sumberdaya akan diklasifikasikan sebagai sumberdaya hipotetik.

Perhitungan potensi sumberdaya endapan batubara dilakukan terhadap lapisan batubara di kedua Formasi Muaraenim dan Formasi Papan Betupang dengan batasan kriteria perhitungan berdasarkan kondisi geologi sederhana – moderat , adalah sebagai berikut :

P = Panjang lapisan ke arah jurus dihitung hingga 100 m dari kiri dan kanan singkapan.

**Potensi sumberdaya = P x L x T x BJ**

Dimana :

L = Lebar lapisan ke arah kemiringan dihitung hingga kedalaman 100 m

T = Ketebalan rata-rata lapisan batubara  
(minimal 0,40 m)

BJ = SG = Berat Jenis batubara rata - rata  
1,49 (Fm. Muaraenim)  
dan 1,35 (Fm. Papan Betupang)

Berdasarkan hal tersebut diatas Maka potensi sumberdaya batubara di daerah penyelidikan diperkirakan mencapai 2.213.851 ton dengan perhitungan sampai kedalaman 100 meter. Dengan perincian untuk sumberdaya batubara Formasi Muaraenim yang terdapat pada Blok Cermin Nan Gedang dan Sungai Dingin sebesar 1.861.747 ton. Sedangkan untuk sumberdaya batubara Formasi Papan Betupang pada Blok Batang Asai sebesar 352.104 ton. **(Tabel 3)**

#### **4.9. Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Batubara**

Prospek pemanfaatan dan pengembangan batubara berdasarkan blok di daerah penyelidikan dibagi menjadi 3 yaitu Blok Cermin Nan Gedang, Blok Sungai Dingin dan Blok Batang Asai. Batubara Formasi Muaraenim yang terdapat di Blok Cermin Nan Gedang memiliki kemungkinan prospek pemanfaatan dan pengembangan yang cukup baik apabila dikaitkan dengan ketebalan batubara dan infrastruktur yang ada. Hal ini dikarenakan pada pada blok tersebut memiliki ketebalan batubara antara 3,00-3,10 meter dan sudah terdapat akses jalan yang cukup luas, memadai dan dapat dilalui oleh kendaraan besar seperti truk, walaupun masih terdapat beberapa ruas jalan yang masih harus

diperbaiki. Selain itu kondisi morfologi yang datar juga dapat memberikan salah satu kemudahan dalam hal pemanfaatan dan pengembangan batubara.

Sedangkan batubara Formasi Muaraenim yang terdapat pada Blok Sungai Dingin memiliki kemungkinan prospek pemanfaatan dan pengembangan yang agak baik. Walaupun batubara di blok tersebut memiliki ketebalan batubara 1,00meter namun kondisi infrastruktur terutama jalan masih belum memadai. Blok tersebut hanya memiliki ruas jalan yang tidak terlalu luas apabila dibandingkan dengan kondisi ruas jalan yang terdapat Blok Cermin Nan Gedang.

Batubara Formasi Papan Betupang terdapat pada Blok Batang Asai tersebar di bagian barat daya daerah penyelidikan dengan penyebaran yang tidak luas. Batubara di blok tersebut memiliki ketebalan relatif tipis antara 0,40 - 0,50 meter. Pengaruh struktur cukup dominan sehingga penyelidikan lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengetahui potensi endapan batubara dalam luas wilayah yang lebih kecil. Kendala infrastruktur menjadi hal yang utama apabila batubara tersebut dikembangkan dikarenakan kondisi jalan kurang memadai terutama akses jalan menuju ke lokasi singkapan batubara.

Berdasarkan uraian diatas pula,

maka prospek pengembangan dan pemanfaatan batubara pada ketiga blok tersebut dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu cukup prospek, agak prospek dan kurang prospek dimana Blok Cermin Nan Gedang ditinjau dari aspek infrastruktur terutama akses jalan, ketebalan batubara dan diperkirakan memiliki nilai kalori sedang cukup prospek untuk dikembangkan dibandingkan dengan Blok Sungai Dingin yang memiliki kesamaan formasi pembawa batubara yaitu Formasi Muaraenim. Sedangkan untuk batubara Formasi Papan Betupang yang terdapat di Blok Batang Asai ditinjau dari ketiga aspek tersebut diatas memang kurang prospek untuk dikembangkan namun dengan pertimbangan perkiraan nilai kalori yang tinggi dan penyebaran yang tidak terlalu luas, blok ini dapat menjadi pertimbangan untuk dijadikan wilayah pertambangan untuk kepentingan strategis nasional di masa yang akan datang sebagai Wilayah Pencadangan Negara (WPN).

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disimpulkan berdasarkan uraian diatas adalah sebagai berikut :

1. Formasi pembawa batubara di daerah penyelidikan adalah Formasi Muaraenim, Formasi Air Benakat, Formasi Papan Betupang

- yang berumur Tersier dan Formasi Mengkarang yang berumur Pra-Tersier.
2. Singkapan batubara yang ditemukan di daerah penyelidikan hanya terdapat pada Formasi Muaraenim (Tm<sub>pm</sub>) dan Formasi Papan Betupang (T<sub>mp</sub>).
  3. Batubara yang terdapat di Formasi Muaraenim diperkirakan memiliki 2 lapisan yang terdapat pada dua blok yaitu Blok Cermin Nan Gedang dan Blok Sungai Dingin sedangkan batubara di Formasi Papan Betupang memiliki 3 lapisan batubara terdapat pada Blok Batang Asai.
  4. Ketebalan batubara di Formasi Muaraenim berkisar antara 1,00 – 3,10 meter dengan kemiringan 300 sampai 400 sedangkan Formasi Papan Betupang berkisar antara 0,40 – 0,50 meter dengan kemiringan 50 sampai 150.
  5. Berdasarkan hasil analisis kimia conto batubara yang di analisis dilaboratorium diketahui bahwa Formasi Muaraenim memiliki nilai kalori rata-rata 5.592.50 kal/gr yang termasuk dalam kategori batubara kalori sedang. Sedangkan pada Formasi Papan Betupang memiliki nilai kalori rata-rata 7024 kal/gr yang termasuk dalam kategori batubara kalori tinggi.
  6. Berdasarkan hasil analisis

petrografi menunjukkan bahwa sebagian besar batubara di daerah penyelidikan mengandung maseral vitrinit berkisar antara 91,40 % sampai 97,1 %. Sedangkan nilai reflektansi vitrinit rata-rata berkisar antara 0,24% sampai 0,51% yang menunjukkan bahwa batubara di daerah tersebut belum matang (immature).

7. Perhitungan sumberdaya batubara hipotetik di daerah penyelidikan yang dihitung sampai kedalaman 100 meter dengan ketebalan lapisan minimal 0,4 meter yaitu sebesar 2.213.851 ton.

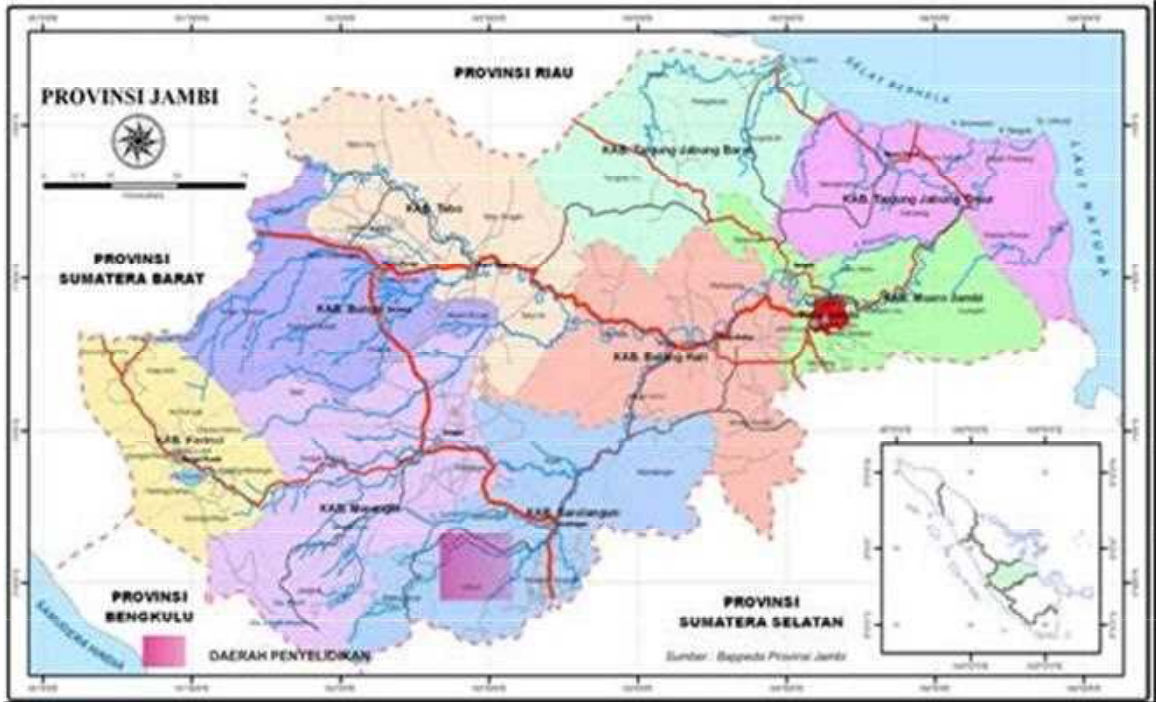
## 6. DAFTAR PUSTAKA

**Barber, A. J., Crow, M. J. dan Milsom, J. S., 2005**, Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution, Geological Society Memoir, No. 31, London.

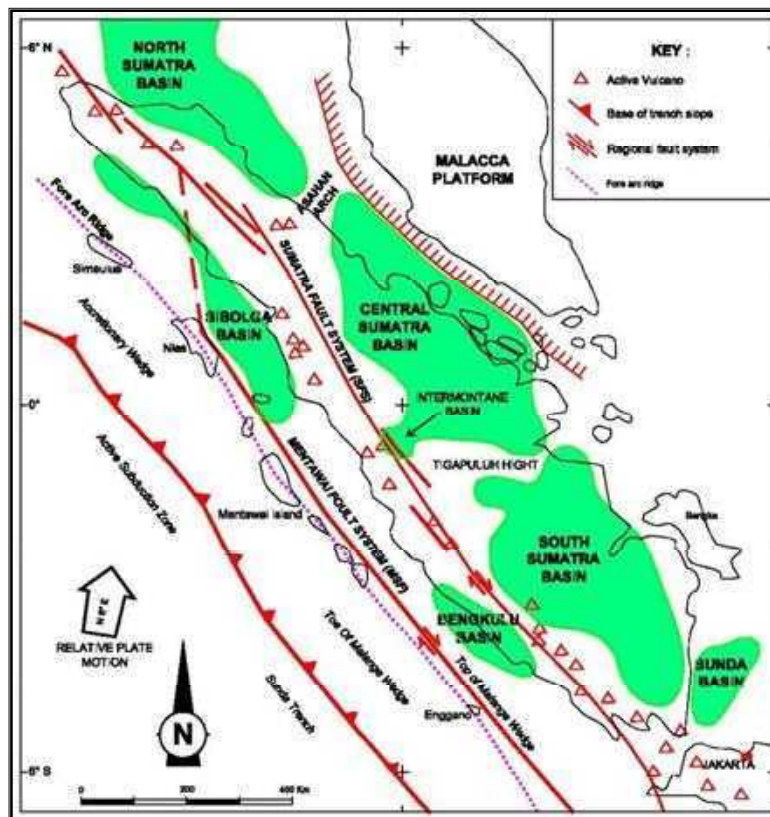
**Darman, H. dan Sidi, F. H., 2000**, an Outline of the Geology of Indonesia, Proceeding Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

**De Coster, G.L., 1974**, The Geology of The Central and South Sumatra Basin, Proceeding Indonesia Petroleum Association, 4th Annual Convension.

- Simanjuntak, dkk., 1994**, Peta Geologi Lembar Muarabungo, Sumatera, Puslitbang Geologi, Bandung.
- Soebakty, A.D., 2002**, Laporan Inventarisasi Bitumen Padat Daerah Menkua-Limun dan Sekitarnya, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Sumaatmadja, E. R. dan Iskandar, 2001**, Penyelidikan Batubara Bersistem dalam Cekungan Sumatra Selatan di Daerah Nibung dan Sekitarnya, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi dan Kabupaten Batanghari Leko dan Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatra Selatan, Direktorat Inventarisasi Mineral, Bandung.
- Sumaatmadja, E. R., 2000**, Penyelidikan Batubara Bersistem dalam Cekungan Sumatra Selatan di Daerah Tanah Abang dan Sekitarnya, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi dan Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatra Selatan, Direktorat Inventarisasi Mineral, Bandung.
- Sukardi, Yuniato dan Gurniwa, A., 2001**, Pengkajian Batubara Bersistem dalam Cekungan Sumatra Selatan di Daerah Musirawas dan Sekitarnya, Propinsi Jambi dan Provinsi Sumatra Selatan, Direktorat Inventarisasi Mineral, Bandung.
- Suwarna, N. dkk., 1992**, Peta Geologi Lembar Sarolangun, Sumatra, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Waples, W.D., 1985**, Geochemistry in Petroleum Exploration, Brown dan Ruth Laboratories, Inc., Denver Colorado.



Gambar 1. Peta daerah penyelidikan pendahuluan sumberdaya batubara di Sarolangun, Provinsi Jambi

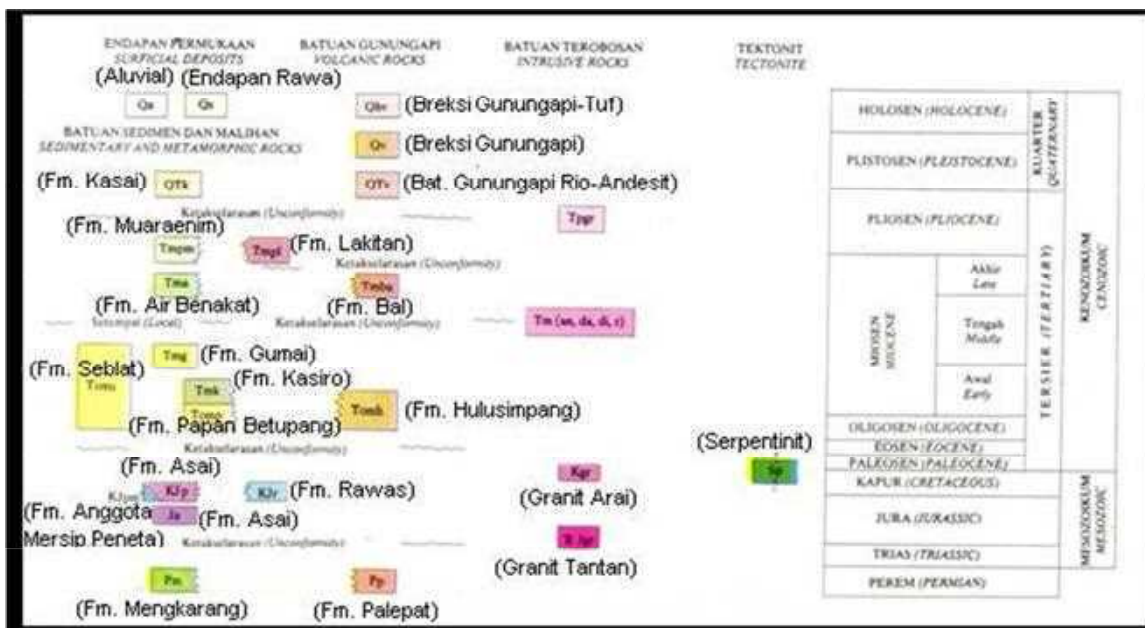


Gambar 2. Tatanan tektonik regional Sumatera (modifikasi dari Simanjuntak., 1991).





Gambar 3. Peta geologi regional daerah Sarolangun (modifikasi dari Suwarna dkk., 1992)



Gambar 4. Stratigrafi regional daerah Sarolangun (Suwarna dkk., 1992)

Tabel 1. Data singkapan batuan lain di daerah penyelidikan

No	Kode Lokasi	Koordinat (UTM)		Strike (°)	Dip (°)	Tebal (m)	Lokasi	Keterangan
		X	Y					
1	Sl-03	234833	9730296	70	30	-	Dusun Kaitkait	Batulempung, putih - abu abu, tuffan, tebal 5 meter dibawah batulempung diendapkan : Batupasir, coklat muda, fine grained, massive, lepas, tebal 6 meter, strike/dip N080E/20 dibawah batupasir diendapkan : Batulempung, abu-abu, konkoidal, sisipan tuff putih 10 cm dan ironstone, tebal 20 meter.
2	Sl-04	233425	9725877	-	-	-	DAM, Dusun Monti	Batupasir coklat-abu-abu, lepas, ukuran butir kasar, pemilahan jelek, mineral kuarsa
3	Sl-05	232921	9726208	-	-	-	Lokasi Desa Sarolangun	Batupasir coklat, besar butir kasar
4	Sl-06	232780	9726200	-	-	-	Lokasi Desa Sarolangun	Batupasir coklat, besar butir kasar, pemilahan jelek
5	Sl-07	210311	9734760	-	-	-	Jalan menuju Desa Sekemil	Batupasir putih, besar butir kasar, porous, lepas
6	Sl-10	212700	9740901	290	65	-	Jalan cor, Desa Suki Asak Dalam	Batu serpih, abu-abu kehitaman, selang-seling dengan batupasir dan batulempung, batupasir coklat, halus, batulempung abu-abu
7	Sl-11	207955	9740111	-	-	-	Pinggir jalan menuju Desa Batang Asai	Batuan beku, merah gelap, keras
8	Sl-12	206355	9740125	-	-	-	Pinggir jalan menuju Desa Batang Asai	Batuan beku, merah gelap, keras
9	Sl-13	201479	9728533	20	20	-	Desa Kasro	Batu serpih, abu-abu, berlapis
10	Sl-15	202179	9724457	80	17	-	Sungai Muara Lepat	Selang-seling Batupasir dengan batuserpih, Batupasir, abu-abu, keras, masive 3 meter, batuserpih, coklat, berlapis 7 meter, posisi diatas batubara Sl-14
11	Sl-19	199747	9734347	-	-	-	Lokasi jalan poros Sarolangun - Batang Asai	Batupasir termalihkan, merah, ukuran butir halus, keras
12	Sl-20	203631	9738447	-	-	-	Lokasi jalan poros Sarolangun - Batang Asai	Batuan beku (kuarsit), putih, keras
13	Sl-21	218961	9738077	-	-	-	Lokasi jalan poros Sarolangun - Batang Asai	Batupasir termalihkan
14	Sl-22	224898	9732941	280	70	-	Sungai Perambid	Selang-seling batupasir abu-abu, keras, mengandung komposisi kerakal, menyudut-menyudut tanggung, semen, batupasir, halus, abu-abu, keras, Batuserpih; abu-abu kehitaman, lunak, bertapis, karbonan, terdapat mineral kuarsa
15	Sl-23	228054	9733002	280	20	-	Pinggir Sungai Batang Asai	Batupasir, halus, abu-abu, masiv, keras, mineral kuarsa
16	Sl-24	220188	9738681	310	32	-	Lokasi Desa Padang Jering	Batu Serpih, abu-abu tua sampai hitam, menyerpil Selang seling dengan batulempung abu-abu tua tebal 1,5 meter

**Tabel 2.** Data singkapan batubara di daerah penyelidikan

No	Nama Blok	Kordinat Lokasi	Koordinat (UTM)		Sudut (°)	DIP (°)	Tebal (m)	Lokasi	Keterangan
			X	Y					
1	Blok Cermin Nan Gedang	1040000	10792000	1040000	10792000	30	3,05	1,900	Batubara, hitam, kilap kutam, keras, garis gores coklat, berlapis, sisipan damar. (FORMASI MUARAENIM)
2	Blok Sungai Dingin	1040000	10792000	1040000	10792000	20	1,00	1,190	Batubara, hitam, kilap agak berkilat, bucat, sisipan damar. (FORMASI MUARAENIM)
3	Blok Batang Asai	1040000	10792000	1040000	10792000	15	0,45	500	Batubara, hitam, kilap kutam, keras, garis gores coklat, berlapis, sisipan damar. (FORMASI PAPAN BETUPANG)

**Tabel 3.** Blok endapan batubara di daerah penyelidikan

No.	Nama Blok	Formasi	Jumlah Lapisan (Seam)	Tebal (m)	Panjang Sebaran (m)	Kemiringan (.... <sup>0</sup> )
1.	Blok Cermin Nan Gedang	Muaraenim	1	3,05	1,900	30-40
2.	Blok Sungai Dingin	Muaraenim	1	1,00	1,190	20
3.	Blok Batang Asai	Papan Betupang	3	0,45	500	5-15



**Gambar 5.** Singkapan batubara yang terdapat pada Blok Germin Nan Gedang (SL-02) tebal 3,00 meter dengan lapisan pengapit atas berupa *soil*.



**Gambar 6.** Morfologi perbukitan bergelombang di bagian barat sampai tengah daerah penyelidikan.



**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN ENDAPAN BATUBARA  
DAERAH WAY LOWER KABUPATEN HALMAHERA SELATAN PROVINSI MALUKU  
UTARA**

**Agus Maryono**

Kelompok Kerja Energi Fosil

**SARI**

Lokasi penyelidikan terletak di Pulau Obi, dapat ditempuh dalam waktu satu malam atau satu hari dari ibu kota Kabupaten Halmahera Selatan di Pulau Bacan dengan menggunakan kapal air.

Daerah penyelidikan secara administratif termasuk Kecamatan Obi Selatan, Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara. Secara geografis terletak antara koordinat 127°25' – 127°40' BT dan antara 01°30' – 01°45' LS.

Kegiatan penyelidikan endapan batubara ini adalah salah satu upaya dalam mendukung kebijakan diversifikasi energi yang sarasannya adalah upaya pencarian wilayah baru yang diharapkan mempunyai potensi endapan batubara yang cukup baik untuk ditindak lanjuti agar dapat dimanfaatkan serta untuk mengembangkan neraca sumber daya batubara di Pusat Sumber Daya Geologi.

Secara regional daerah Obi termasuk kedalam Cekungan Obi yang tersusun oleh batuan sedimen Tersier yang berumur Oligosen Awal sampai Miosen Akhir.

Daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen Tersier yang berumur Miosen Awal hingga Pliosen serta Batuan Ultramafik yang berumur Trias kemudian diatasnya Batuan Malihan yang berumur Jura. Batuan sedimen Tersier ini ditutupi oleh endapan endapan Aluvium berumur Kuarter yang tersingkap di bagian tengah lokasi penyelidikan.

Endapan Tersier di daerah penyelidikan terdiri atas Formasi Woi yang berumur Miosen sampai Pliosen dan Formasi Bacan berumur Oligosen. Pola penyebaran dari formasi - formasi tersebut umumnya berarah Barat – Timur dan membentuk pola struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin.

Formasi Woi yang berumur Mio-Pliosen yang diharapkan sebagai formasi pembawa batubara tidak memperlihatkan adanya penyebaran batubara, hal ini dimungkinkan karena lingkungan pengendapan formasi tersebut ada pada lingkungan sub litoral – bathial atau berada pada lingkungan Delta Front dan Prodelta yang pengaruh air laut nya sangat besar dan berada di bawah permukaan air laut sehingga pengendapan organik sangat terganggu.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dengan meningkatnya kebutuhan energi dimasa kini dan yang akan datang maka upaya pencarian sumber daya terus dilakukan, hal ini didukung oleh potensi alam Indonesia yang kaya akan sumber daya alam, seperti panas bumi, mineral, batubara, serta minyak dan gas bumi. Mengingat belum seluruhnya wilayah yang ada di Indonesia diselidiki maka setiap tahun Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral melalui Pusat Sumber Daya Geologi berupaya melakukan penyelidikan dan penelitian untuk mengetahui wilayah-wilayah yang mempunyai potensi sumber daya alam tersebut.

Batubara merupakan salah satu sumber energi di Indonesia yang saat ini banyak dibutuhkan, untuk itu perlu ada upaya untuk mendapatkan daerah-daerah baru yang mempunyai potensi endapan batubara.

Pada tahun anggaran 2012, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral melakukan penyelidikan batubara di berbagai wilayah di Indonesia salah satunya adalah daerah Wai Lower, Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara.

Latar belakang penyelidikan daerah Way Lower di Pulau Obi ini selain tugas pokok yaitu inventarisasi sumberdaya alam di seluruh Indonesia juga karena di wilayah tersebut secara geologi terdapat indikasi batubara yang diharapkan ditemukan endapannya.

### GEOLOGI UMUM

Informasi mengenai geologi daerah penyelidikan diperoleh berdasarkan publikasi Peta Geologi Lembar Obi, skala 1 : 250.000, terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung (D. Sudana, A. Yasin dan K. Sutisna 1994).

Lembar Obi terletak di bagian Selatan Pulau Halmahera, secara fisiografi dicirikan oleh dataran dan kelompok perbukitan bergelombang rendah dan terjal yang mempunyai ketinggian hingga 1000 m. Secara regional daerah Obi termasuk kedalam Cekungan Obi ( Letouzey dkk, 1983) yang terbentuk akibat pergerakan geodinamik tiga lempeng.

### Stratigrafi

Stratigrafi daerah Obi dimulai dengan munculnya batuan ultramafik dan malihan pada zaman Trias-Yura, kemudian pada Zaman Yura terendapkan tidak selaras di atasnya Formasi Loleobasso, sedangkan sedimen Tersier daerah Obi dimulai

pada Oligo-Miosen yang dicirikan oleh pengendapan Formasi Bacan dan Formasi Fluk, kemudian terjadi lagi pengangkatan disertai kegiatan gunungapi, intrusi diorit dan gabro.

Selanjutnya diendapkan Formasi Woi, Formasi Obit dan Formasi Anggai pada Mio-Pliosen.

Fluktuasi tersebut terus berlangsung sampai sekarang yang ditunjukkan oleh terbentuknya undak - undak pantai dan pertumbuhan gamping terumbu disertai kegiatan gunungapi.

### **Struktur Geologi**

Pulau Obi dibatasi oleh dua sesar besar yaitu sesar Sorong - Sula Utara yang terletak dibagian Selatan, dan Sesar Maluku - Sorong yang terletak di bagian Utara. Sesar normal, lipatan dan kelurusan berkembang di daerah ini. Sesar normal yang terjadi di Pulau Obi diakibatkan oleh sentuhan tektonik antara batuan ultramafik dengan batuan yang lebih muda. Umumnya sesar-sesar di Obi berarah Barat-Timur, Barat Laut - Tenggara dan Timur Laut – Barat Daya. (lihat gambar 3).

Di Pulau Obi bagian Barat terdapat Danau Karu yang dibatasi oleh dua sesar dengan arah Utara - Selatan. Lipatan - lipatannya membentuk antiklin dan sinklin yang secara umum sumbunya berarah Barat - Timur.

### **Indikasi Batubara**

Indikasi batubara di daerah penyelidikan mengacu pada hasil penyelidikan terdahulu, Peta Geologi lembar Obi (D. Sudana dkk., 1994) menyebutkan bahwa didalam Formasi Woi yang berumur Mio-Pliosen terdapat lignit sebagai sisipan.

Pada tahun 2005 Pusat Sumber Daya Geologi melakukan penyelidikan juga di daerah Obi bagian Utara oleh Dedy Amarulah dkk, (2005), dari hasil penyelidikan tersebut ditemukan endapan batubara di Blok Huru sebanyak 2 lapisan, tebal lapisan kesatu 1,35 m dan tebal lapisan kedua 1,60 m dan di Blok Kelo ditemukan juga dua lapisan, tebal lapisan kesatu 0,50 m dan tebal lapisan kedua 0,40 m dengan nilai kalori sebesar 5245 kal/gr - 5941 kal/gr. Berdasarkan informasi tersebut diharapkan akan diperoleh data batubara lebih jelas lagi.

Selain itu di Pulau Obi terdapat juga berbagai mineralisasi diantaranya adalah nikel dan tembaga yang terdapat dalam batuan ultramafik serta terdapat juga endapan pasir besi.

### **KEGIATAN PENYELIDIKAN**

#### **Penyelidikan Lapangan**

Kegiatan penyelidikan diutamakan pada pemetaan geologi permukaan dengan cara mencari singkapan-singkapan batuan,



diutamakan pada Formasi pembawa batubara. Kegiatan ini dilakukan dengan menyusuri sungai, menyusuri jalan setapak, merintis serta memanfaatkan akses jalan yang sudah ada bila memang pencapaiannya dapat memperingan pekerjaan. Singkapan-singkapan yang ditemukan diukur jurus dan kemiringannya serta koordinatnya dicatat dan diplot pada peta dasar.

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Studi pustaka yang berkaitan dengan daerah penyelidikan (data sekunder), merupakan proses awal dari kegiatan penyelidikan ini. Dengan mengacu pada Peta Geologi Lembar Obi Sekala 1 : 50.000, oleh (D. Sudana dkk., 1994), Publikasi Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi Bandung serta dari hasil penyelidikan terdahulu, laporan penyelidikan endapan batubara daerah Obi bagian utara, oleh Dedy Amaruloh dkk, tahun 2005.

### **Pengumpulan Data Primer**

Penyelidikan batubara dilakukan melalui pemetaan permukaan, yaitu dengan mengamati ciri-ciri fisik batuan, penentuan lokasi singkapan, pengukuran kedudukan lapisan baik itu arah maupun kemiringan, ketebalan, penyebaran, dan ketebalan tanah.

Survei dilakukan dengan menyusuri aliran-aliran sungai dan jalan untuk mencari singkapan-singkapan

batuan, khususnya batubara, hal ini dilakukan untuk mengetahui lapisan atau tanah yang mendukung pembentukan batubara (lapisan pembawa batubara).

Dalam pelaksanaan kegiatan pengumpulan data primer ini dipergunakan beberapa alat yang sangat mendukung seperti :

- GPS / *Global Position Sistem* : untuk mengikat lokasi.
- Peta Topografi sekala 1 : 50.000 dan sekala 1 : 25.000 : sebagai penunjuk daerah penyelidikan.
- Kompas geologi : sebagai alat ukur arah lapisan dan kemiringan.
- Palu geologi : sebagai alat pengambilan conto.
- Kaca pembesar / *loupe* : untuk melihat mineral dalam batuan secara megaskopis.
- Kamera dan peralatan tulis : sebagai perekam data.
- Pita ukur : sebagai alat ukur.
- Kantong conto : sebagai wadah/penyimpan conto yang di ambil.
- Alat penggali seperti : cangkul, linggis, blincong
- Alat-alat lain yang diperlukan

### **Analisis Laboratorium**

Analisis laboratorium merupakan pekerjaan yang penting untuk dilakukan guna mengetahui kualitas batubara, karena batubara tidak ditemukan maka

analisis laboratorium ini tidak dilakukan.

### **Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan setelah data-data terkumpul, baik itu data sekunder ataupun data primer diolah guna menghasilkan informasi data yang lebih jelas dan berguna, baik itu mengenai keterdapatan, penyebaran dan kualitas batubaranya.

Studi literatur dengan mengumpulkan data-data hasil penyelidikan terdahulu/data sekunder menjadi acuan guna mendukung usaha penyelidikan ini.

Data lapangan/data primer yang ditemukan berupa singkapan-singkapan batuan dikorelasikan menurut jenis dan karakteristik batumannya itu sendiri. Khusus untuk batubara (bila ditemukan) singkapan-singkapan tersebut akan di korelasikan sesuai dengan arah dan pola penyebarannya, sedangkan untuk mengetahui kualitas batubaranya didukung oleh hasil analisis dari laboratorium.

Data yang dihasilkan berupa laporan keterdapatan sumber daya di daerah serta peta sebaran batubara atau batuan yang kelak diharapkan dapat membantu dalam memberikan informasi dibidang penyiapan Sumberdaya di Pusat Sumber Daya Geologi.

## **HASIL PENYELIDIKAN**

### **Geologi Daerah Penyelidikan**

Daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen Tersier yang berumur Miosen Awal hingga Pliosen serta Batuan Ultramafik yang berumur Trias kemudian di atasnya Batuan Malihan yang berumur Jura. Batuan sedimen Tersier ini ditutupi oleh endapan endapan Aluvium berumur Kuartar yang tersingkap di bagian tengah lokasi penyelidikan.

Endapan Tersier terdiri atas Formasi Woi yang berumur Miosen sampai Pliosen dan Formasi Bacan berumur Oligosen. Pola penyebaran dari formasi - formasi tersebut umumnya berarah Barat – Timur dan membentuk pola struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin.

### **Morfologi**

Berdasarkan kenampakan bentuk bentang alam daerah penyelidikan secara umum dapat dibedakan atas dua satuan morfologi yaitu satuan perbukitan berlereng terjal dan perbukitan berlereng landai dengan pola pengaliran sungai paralel, dicirikan oleh bentuk umum cenderung sejajar, berlereng sedang - agak curam, dipengaruhi struktur geologi, terdapat pada perbukitan memanjang dan dipengaruhi perlipatan.

Perbukitan berlereng terjal menempati bagian timur sebelah atas daerah penyelidikan dengan luas sekitar 50 % daerah penyelidikan, ketinggiannya berkisar dari 0 m – 1100 m diatas permukaan laut dengan pola pengaliran sungai paralel, dicirikan oleh bentuk umum cenderung sejajar, berlereng sedang-agak curam, dipengaruhi struktur geologi, terdapat pada perbukitan memanjang dan dipengaruhi pelipatan. Batuan yang menutupi satuan ini antara lain batugamping, batuan sedimen, batuan vulkanik, batuan malihan dan batuan ultramafik.

Perbukitan berlereng landai terletak di bagian barat daerah penyelidikan, menempati sekitar 50 % daerah penyelidikan, ketinggiannya berkisar antara 0 m – 600 m diatas permukaan laut, pola pengaliran sungai paralel. Batuan yang menutupinya antara lain batuan sediment, batuan vulkanik dan batugamping.

### **Stratigrafi**

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan mempelajari hasil penyelidikan terdahulu, daerah penyelidikan tersusun dari beberapa formasi, yang urutannya sebagai berikut (dari atas ke bawah) :

#### Batuan Ultramafik (pTum) :

Terdiri dari serpentinit, piroksenit dan harsburgit. Serpentinit; kelabu

kehijauan, terdiri dari : piroksen, kromit, magnetit, dan oksida besi. Piroksenit; kelabu muda kehijauan, terdiri dari : piroksen, olivin, magnetit, dan kromit. Harsburgit : kuning kehijauan, terdiri dari : piroksen (enstatit), olivin, dan bijih. Batuannya sangat tergeruskan, mengandung urat kuarsa dan kalsit; penglateritan, dan pengserpetinan kuat sekali. Setempat ditemukan retas diorite dan garbo yang mengandung pirit. Umurnya diduga Pra Tersier.

#### Formasi Loleobasso (Js) :

Terdiri dari perselingan batupasir malih, batulempung malih, sabak, serpih, dan tuf. Secara umum berwarna kelabu sampai hijau, pejal, berlapis baik, perairan sejajar, setempat perdaunan; urat kalsit-kersikan, terdiri dari; lempung, klorit, serisit, kalsit, feldspar, kuarsa, dan rombakan karbon dan bijih. Bila mengacu pada hasil penyelidikan terdahulu disebutkan mengandung fosil *Phylloceras*, *Stephanoceras*, *Maccocephalites*, diduga berumur Mesozoikum (Jura). Formasi ini diduga tertindih tekselaras oleh Formasi Bacan. Tebalnya mencapai 500 m.

#### Formasi Bacan (Tomb) :

Terdiri dari breksi dan lava, bersisipan batupasir tufan dan batulempung; kelabu kehijauan. Breksi berkomponen andesit, basal, dan sedikit rijang merah. Lava; kelabu kehijauan, andesitan, terpropilitkan, berbarik kalsit dan kuarsasisipan batupasir dan

batulempung; berlapis baik. Bila mengacu pada hasil penyelidikan terdahulu mengandung Foraminifera : *Globorotalia kulgeri* BOLLO, *Globigerina venezuelana* HEDBERGER; *Austrorilina howchini* SCHLUMBERG, menunjukkan umur Oligosen – Miosen Bawah. Tebal lebih dari 1000 m. Tersingkap di P. Obi tengah dan P. Obilatu. Bagian atasnya menjemari dengan Formasi Fluk dan menindih takselaras batuan ultramafik.

#### Formasi Woi (Tmpw) :

Terdiri dari batupasir, konglomerat, dan napal.

Batupasir, abu-abu keputihan, sedang-keras, menyudut – membulat tanggung, terpilah sedang, sedikit rijang, tufan.

Konglomerat, kelabu, kerakal andesit, basal, dan batugamping.

Napal : kelabu, mengandung foraminifera dan moluska, fosil yang mengisi nya menunjukkan umur Miosen Atas sampai Pliosen, berlingkungan sublitoral-batial. Tebalnya antara 500 m – 600 m.

#### Batugamping Terumbu (QI) :

Terdiri dari batugamping terumbu, putih sampai putih kotor, keras, mengandung foraminifera dan moluska. Tersebar sepanjang bagian selatan lokasi penyelidikan sampai pertengahan, terdapat juga breksi batugamping. Undak terumbu di bisa mencapai ketinggian puluhan meter,

umur satuan ini tidak lebih tua dari Pliosen.

#### Aluvium (Qa) :

Lumpur, lempung, pasir, kerikil dan kerakal sebagai endapan pantai dan sungai, serta berbagai material batuan yang tertransportasi.

### **Struktur Geologi**

Struktur geologi yang berkembang dalam lokasi penyelidikan adalah berupa perlipatan, sinklin dan antiklin dengan arah punggungan berarah barat laut – tenggara, begitupun dengan arah lembah sinklinnya barat laut – tenggara berumur Tersier, dengan sudut kemiringan lapisan berkisar antara 5° – 25°,

Daerah penyelidikan diisi oleh sebaran formasi batuan yang pada umumnya melebar dan mengarah Baratlaut - Tenggara.

Sinklin dan antiklin terbentuk pada Formasi Woi dengan arah baratlaut-tenggara, struktur itu terjadi seiring dengan pengendapan Formasi Woi yang berumur Tersier.

### **Potensi Endapan Batubara**

#### **Data Lapangan**

Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan dengan meneliti batuan-batuan yang ada dan memperkirakan kondisi lingkungan pengendapan nya, lokasi penyelidikan merupakan daerah Marine yang masuk

kedalam lingkungan delta front atau prodelta, dimana proses pengendapan organik sangat terganggu oleh pasang surutnya air laut, akibat kondisi demikian maka proses pengendapan organik tidak berlansung.

Dari hasil pemetaan geologi permukaan banyak ditemukan singkapan batuan, tetapi yang dapat di laporkan secara umum yang dianggap dapat mewakili keterdapatannya di lokasi penyelidikan sebanyak 28 lokasi singkapan batuan, singkapan batuan tersebut berupa batupasir, konglomerat, batugamping dan napal.

Batuan konglomerat dilokasi penyelidikan secara megaskopis terlihat fragmen batuan beku, sedimen dan batugamping berukuran kerikil - kerakal sampai bongkah, masa dasar batupasir berlapis, berbutir kasar, tebal perlapisan 0,5 – 1,5 meter, semakin ke atas lapisan semakin halus, tersingkap hampir di seluruh tebing sungai.

Konglomerat merupakan Batuan sedimen klastik kasar yang diendapkan dengan proses mekanis (*R.P. Koesoemadinata*, 1981), terbentuk pada lingkungan yang mempunyai arus tinggi, berasal dari berbagai jenis batuan yang tertransportasi dan terendapkan pada suatu tempat dimana terjadi pemampatan. Fragmen batuan konglomerat berbentuk lonjong sampai bundar.

Napal dilokasi penyelidikan secara megaskopis terlihat berwarna abu-abu, tersingkap di tebing sungai.

Napal merupakan Batuan klastik halus berukuran lempung sampai lanau, mengandung material karbonatan yang diendapkan pada lingkungan perairan yang tenang seperti laut dalam.

Secara megaskopis batuan pasir dilokasi penyelidikan memperlihatkan warna kelabu (segar), warna kekuningan (lapuk), ukuran butir pasir sedang sampai kasar, menyudut tanggung, terpilah sedang, keras, tufan. Berdasarkan pengukuran di lapangan arah jurus menunjukkan Barat – Timur dan kemiringan arah Utara – Selatan.

Batupasir, abu-abu keputihan, sedang-keras, menyudut – membulat tanggung, terpilah sedang, sedikit rijang, tufan.

Batupasir merupakan batuan sedimen klastik halus yang terbentuk pada lingkungan yang mempunyai energi pengendapan sedang – tinggi. Batuan ini merupakan batuan rombakan dari material batuan yang lain yang tertransportasi dan terendapkan pada suatu lingkungan sedimen.

Batugamping dilokasi penyelidikan secara megaskopis memperlihatkan warna segar putih; warna lapuk kecoklatan; kompak dan keras; tekstur bioklastik; tersusun oleh foraminifera besar dan kecil. Batugamping Terumbu terdiri dari

batugamping terumbu dan breksi batugamping, foraminifera dan moluska. Batugamping ini menempati bagian selatan daerah penyelidikan, menyebar sepanjang pesisir pantai dari Barat ke Timur.

Batugamping merupakan batuan sedimen karbonat, terbentuk dari kumpulan cangkang *moluska*, *algae* dan *foraminifera* atau oleh proses pengendapan yang merupakan rombakan dari batuan yang terbentuk lebih dahulu dan di endapkan disuatu tempat. Proses pertama biasa terjadi di lingkungan laut litoral sampai neritik.

Bila dibandingkan Obi bagian selatan dan Obi bagian utara berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan secara umum, Obi bagian selatan khususnya pada Formasi Woi yang di mungkinkan sebagai formasi pembawa batubara diisi oleh batupasir, konglomerat, napal dan gamping. Batupasir, abu-abu, ukuran butir pasir sedang sampai kasar, menyudut tanggung, terpilah sedang, keras, tufan. Konglomerat, abu-abu - kekuningan, kerakal andesit, basal, dan batugamping. Napal berwarna abu-abu.

Sedangkan Obi bagian utara masih pada Formasi Woi terdiri batupasir berwarna abu-abu, terpilah sedang, tufan. Konglomerat, abu-abu, komponennya disusun oleh kerakal andesit, basal dan batugamping. Napal abu-abu, setempat lignitan. Tebal

formasi 500 m – 600 m, berumur Mio-Pliosen, diendapkan dalam lingkungan sublitoral-batial.

Beberapa faktor penting dalam pembentukan batubara diantaranya adalah paleogeografi dan Tektonik, serta iklim, faktor ini sangat menentukan dalam proses pembentukan rawa-rawa penghasil batubara (*Stach dkk, 1982* dan *Diessel, 1992*).

Paleogeografi dan Tektonik berpengaruh besar terhadap perkembangan endapan gambut yang tebal yang akhirnya akan menentukan pembentukan lapisan-lapisan batubara. Beberapa persyaratan terhadap perkembangan tersebut diatas diantaranya adalah :

- Permukaan air tanah yang naik secara terus menerus dan perlahan yang diikuti oleh penurunan permukaan tanah.
- Perlindungan rawa-rawa gambut terhadap genangan air laut dan limpahan banjir sungai dengan adanya tanggul-tanggul alam.
- Pasokan sedimen sungai harus tidak berlebihan, agar pembentukan gambut berjalan dengan baik.

Apabila permukaan tanah tidak terlalu tinggi akibat penurunan permukaan tanah yang sangat cepat, maka akan mempengaruhi pembentukan gambut. Hal ini mengakibatkan rawa-rawa pembentuk gambut akan tergenang air dan

pembentukan sedimen laut serta air tawar (batulempung, batulanau dan gamping) akan segera terjadi.

Apabila penurunan tanah terlalu perlahan, bahan rombakan tanaman di permukaan tanah akan membusuk dan endapan gambut yang sudah terbentuk akan segera tererosi.

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembentukan batubara sangat tergantung pada kondisi paleogeografi dan tektonik di dalam wilayah cekungan sedimentasi.

Iklim sangat ditentukan oleh posisi geografinya, dimana hal tersebut akan berpengaruh besar terhadap jenis tumbuhan sebagai sumber pembentukan batubara. Iklim tropis dan sub tropis merupakan iklim yang sesuai bagi pembentukan hutan-hutan rawa. Kondisi iklim ini dicirikan oleh tingginya akumulasi tumbuh-tumbuhan dan pemusnahan atau degradasi.

Sedangkan pada iklim basah dan sedang, tingkat pertumbuhan dan pembusukan (dekomposisi) sangat lambat. Batubara yang terbentuk pada iklim tropis dan subtropis umumnya dicirikan oleh lapisan tebal, berwarna terang ( bright) yang terbentuk dari batang kayu (pohon-pohon), sebaliknya batubara yang terbentuk pada iklim basah dan sedang umumnya memiliki ketebalan tipis-tipis.

Kemudian faktor lingkungan, batubara umumnya diendapkan pada

lingkungan/daerah rawa-rawa tempat dimana banyak ditemukan tumbuh-tumbuhan sebagai asal pembentuk batubara. Sekitar 90% batubara di dunia termasuk Indonesia terbentuk pada lingkungan paralis, yaitu rawa-rawa yang berdekatan dengan pantai. Daerah seperti ini dapat dijumpai didataran pantai, laguna, paparan delta dan fluvial/sungai pada kondisi reduksi (gambar 11).

Pengendapan batubara di dataran pantai terjadi pada rawa-rawa di belakang pematang pasir pantai, yang ke arah darat berasosiasi dengan sistem laguna. Daerah ini tertutup dari hubungan dengan laut terbuka, pengaruh oksidasi air laut tidak ada.

Pengendapan batubara pada lingkungan delta, terjadi pada rawa-rawa cekungan limpahnya (backswamp) dan di daerah paparan delta (delta plain). Sedangkan di daerah delta front dan prodelta batubara tidak terbentuk, karena posisinya berada dibawah permukaan laut (gambar 13).

Pengendapan batubara pada lingkungan Fluvial dapat terjadi pada rawa-rawa dataran banjir (flood plain) dan belakang tanggul alam (natural levee) dari sistem sungai yang bermaender. Batubara pada lingkungan ini umumnya berbentuk lensa-lensa, karena membaji ke segala arah mengikuti bentuk cekungan limpahnya (gambar 14).

Apabila lingkungan pengendapan batubara dipengaruhi air laut (marine environment) maka pada lapisan batubara tersebut akan ditemukan mineral pirit dalam jumlah yang banyak (dapat mencapai 5%, seperti yang ditemukan pada batubara yang diendapkan di Cekungan Barito sebelah selatan Kalimantan Tengah.

Lapisan batubara umumnya berasosiasi dengan batuan sedimen klastik halus, antara lain batu lempung, batulanau dan batupasir. Lapisan-lapisan batuan yang berasosiasi dengan batubara ini disebut sebagai lapisan pembawa batubara, dan dapat mencapai ketebalan ratusan meter.

Ditinjau dari proses terbentuknya, batubara dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu :

- Batubara insitu atau autochthonous, yaitu batubara yang terbentuk di tempat dimana tanaman itu berasal. Pada umumnya batubara jenis ini memiliki lapisan yang cukup tebal dengan kandungan abu rendah. Ciri batubara insitu di lapangan adalah ditemukan sisa-sisa tanaman (seat earth) pada lantai batubara. Disamping itu batas antara batubara dan lapisan batuan di bawah dan di atasnya adalah berangsur (tidak tajam), serta umumnya tidak ada pengotor atau jarang. Hampir seluruh batubara komersial di Indonesia termasuk kedalam jenis

autochthonous, hal ini diperlihatkan oleh kandungan abu batubara Indonesia yang sangat rendah <10%.

- Batubara tertransportasi (*transported*) atau *allochthonous*, yaitu batubara yang terbentuk tidak pada tempat dimana tanaman asal terdapat, sehingga harus melalui proses transportasi ke tempat pengendapan. Batubara jenis ini biasanya memiliki lapisan yang tipis dan mengandung mineral (abu) cukup tinggi dibandingkan dengan batubara insitu. Di lapangan batubara tertransportasi dapat diamati dengan memperhatikan batas yang sangat jelas/tajam antara batubara dan lapisan batuan di bawah dan di atasnya.

Batubara pada umumnya terbentuk berlapis-lapis mengikuti lapisan batuan sedimen sebelumnya dengan ketebalan yang relatif homogen. Akan tetapi kadang batubara juga ada yang tidak menerus mengikuti lapisan sedimen sebelumnya yang diakibatkan oleh proses pengendapan, bentuk cekungan, lingkungan pengendapan, tektonik atau kegiatan magma.

Lain halnya dengan lingkungan Sub Litoral – Bathial dimana pengendapan lingkungannya tidak tentu kadang terbuka kadang tertutup dalam hal ini pasang surut air laut sangat berpengaruh, pada lingkungan ini faktor pembusukan dan

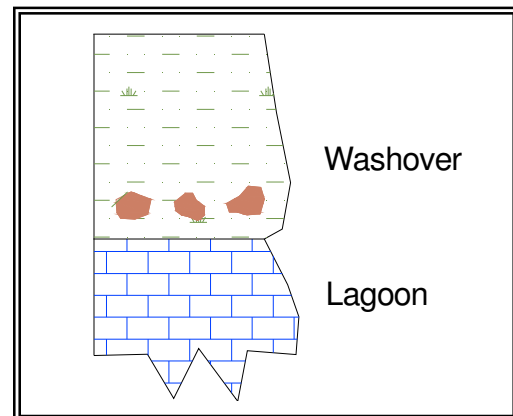


hilang nya organik karena pengaruh air laut dapat terjadi.

Dihubungkan dengan kondisi daerah penyelidikan yang diinterpretasikan masuk kedalam lingkungan Sub Litoral – Bathial, untuk pengendapan batubara lingkungan pengendapannya merupakan hal yang kurang atau bahkan tidak memungkinkan, hal ini di buktikan pada penyelidikan lapangan yang telah dilakukan, walaupun ada di daerah tertentu itu akan berupa sisipan atau lensa dan hanya setempat, hal ini diperkuat oleh laporan hasil penyelidikan terdahulu, (Sudana. D., Yasin.A., Sutisna. K., 1994, Peta Geologi Lembar Obi, Maluku, P3G, Bandung).

Penyelidik terdahulu (D. Sudana dkk, 1994) belum mengungkapkan lingkungan pengendapan Formasi Woi secara jelas, tetapi hanya menyebutkan diendapkan dalam lingkungan Sublitoral sampai Batial. Perkiraan urutan pengendapan Formasi Woi berdasarkan ciri-ciri yang ditemukan adalah sebagai berikut : Dibagian bawah adalah batugamping berwarna abu keputih-putihan, banyak terdapat bioturbasi, diperkirakan diendapkan pada lingkungan “lagoon”; dibagian atasnya adalah batulanau pasiran sampai konglomeratan, diperkirakan endapan tersebut terbentuk akibat gelombang yang melampaui “barrier” dinamakan

sebagai endapan “washover”; dibagian atas lagi adalah batulanau sampai batupasir halus, sebagian membentuk laminasi sejajar, diperkirakan endapan ini terbentuk karena pengaruh banjir dan disebut sebagai endapan “flood tidal delta”.



Gambar 16. Perkiraan urutan pengendapan daerah penyelidikan pada Formasi Woi.

Urutan pengendapan seperti diatas merupakan model endapan “lagoon” atau “back barrier”, menurut Marley (1979) dan Mc Cubin (1982) dalam “Coal Bearing Depositional Systems” (Claus F.K. Diessel, 1992) bila ada endapan batubara di lingkungan “back barrier” biasanya tipis-tipis dan tidak menerus atau “discontinuous”.

### **Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Batubara**

Setelah dilakukan penyelidikan, dengan memperhatikan kondisi alam dan lingkungan nya Pulau Obi bagian

selatan merupakan daerah yang tidak mempunyai prospek untuk bahan galian batubara, seperti apa yang telah dipaparkan di atas oleh penyelidik terdahulu bahwa lingkungan pengendapan nya kurang mendukung untuk endapan batubara di lokasi penyelidikan.

### **kesimpulan**

Berdasarkan uraian-uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa Pulau Obi bagian selatan mempunyai kriteria sebagai berikut :

1. Secara geologi daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Obi.
2. Morfologi daerah Obi Selatan dapat dibedakan menjadi dua satuan morfologi, yaitu morfologi perbukitan berlereng terjal dan perbukitan berlereng landai.
3. Arah sebaran batuan mengarah barat – timur, struktur yang berkembang di daerah penyelidikan berupa perlipatan sinklin – antiklin.
4. Formasi Woi yang berumur Mio-Pliosen yang diharapkan sebagai formasi pembawa batubara ternyata tidak memperlihatkan adanya penyebaran batubara, hal ini dimungkinkan karena lingkungan pengendapan formasi ada pada lingkungan sub litoral – bathial atau berada pada lingkungan Delta Front dan Prodelta yang pengaruh air laut

nya sangat besar dan berada di bawah permukaan air laut.

5. Batubara hanya berkembang di daerah utara pulau Obi itupun hanya setempat atau sebagai sisipan sebagaimana di uraikan dalam peta geologi lembar Obi terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung (D. Sudana, A. Yasin dan K. Sutisna 1994).
6. Bahan galian yang ada di lokasi penyelidikan adalah batugamping, pasir sungai dan batuan keras sebagai bahan bangunan.

### **Saran**

Setelah dilakukan penyelidikan mengenai endapan batubara di Pulau Obi, berdasarkan data-data yang didapat di lapangan Pulau Obi terbentuk di lingkungan Sub Litoral – Bathial (100 – 400 mdpl) atau berada pada lingkungan Delta Front – Prodelta, sehingga pembentukan batubara tidak memungkinkan, untuk itu penyelidikan batubara di daerah tersebut tidak perlu dilakukan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

**Amarullah, D., Tobing, R.,L., 2005,** Inventarisasi Batubara Marginal Daerah Obi Utara, Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara, Direktorat

Inventarisasi Sumber Daya Mineral,  
Bandung.

**Badan Pusat Statistik Kabupaten  
Halmahera Selatan, 2010.** Die  
Diessel Claus F. K. , 1992 : *Coal  
Bearing Depositional System,*  
*Springer-Verlag, Berlin.*

**Direktorat Inventarisasi Sumber Daya  
Mineral, 2005.** Bantuan Teknis  
Inventarisasi, Eksplorasi dan  
Evaluasi Sumber daya Mineral,  
batubara dan Panas Bumi Di  
daerah.

**Letouzey J., P.de Clarens, J. Guinard  
and J.L. Berthon, 1983:** *Structure  
of the North Banda Mollucca area  
from multichannel seismic reflection*

*data, Proc.12<sup>th</sup> Ann. Conv, Ind.  
Petroleum Assoc., Jakarta.*

**R.P. Koesoemadinata, 1978,**  
*Sedimentary Framework of Tertiary  
Coal Basin of Indonesia. Third  
Regional Conference on Geology  
and Mineral Resources Of South-  
East Asia, Bangkok, Thailand.*

**Stach E, Malkowskey, M.Th,  
Teichmuiler, M, Taylor, G.H,  
Chandra, D., Teichmulle, R., 1982.**  
*Stach's Textbook of Coal Petrology.  
Third Edition Gebruder Borntraeger,  
Berlin-Stuggart.*

**Sudana. D., Yasin.A., Sutisna. K.,  
1994,** Peta Geologi Lembar Obi,  
Maluku, P3G, Bandung.

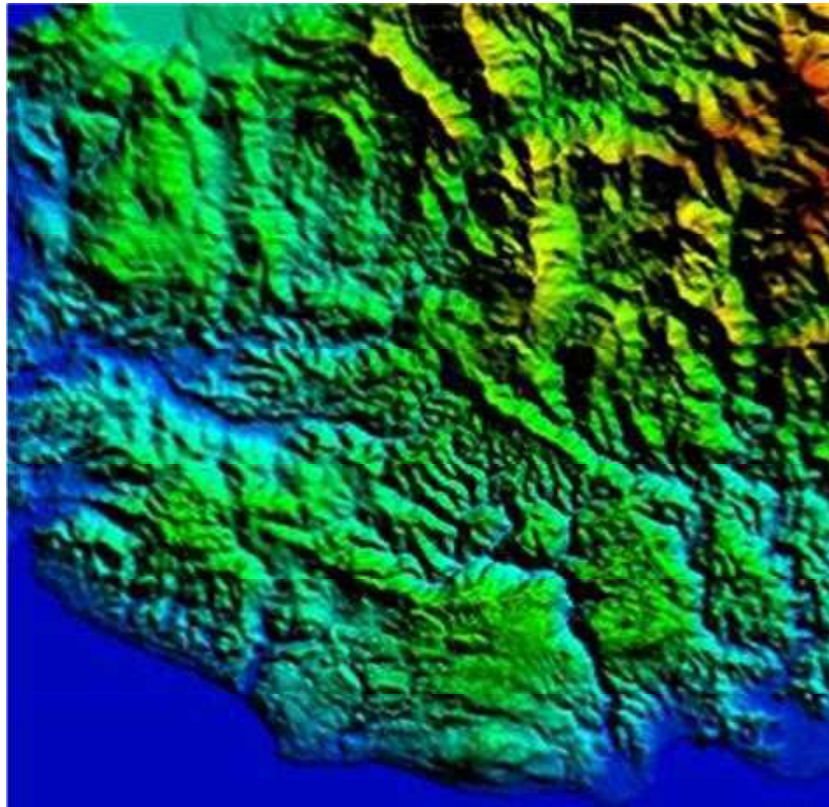


Gambar 1. Peta Lokasi Penyelidikan

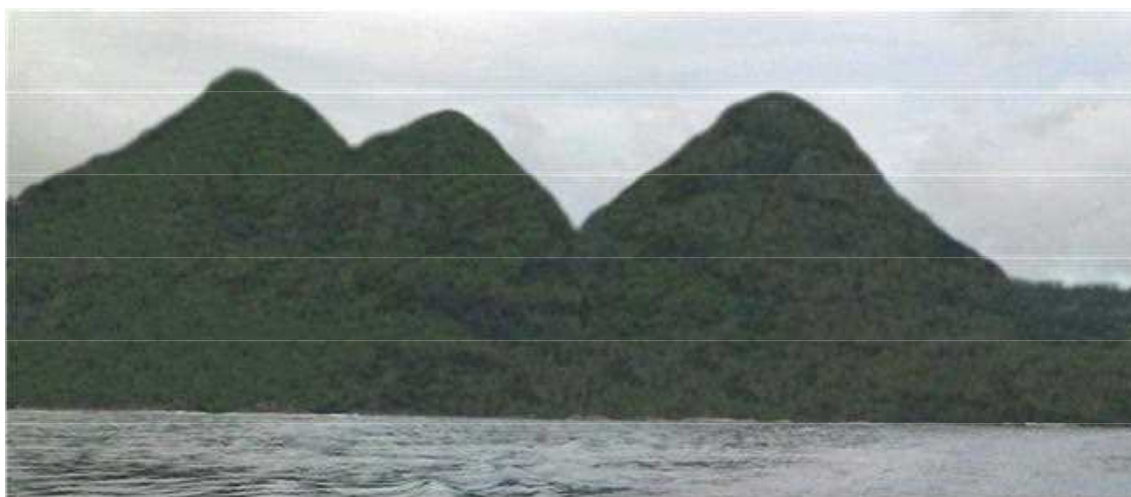
UMUR		FORMASI	PEMERIAN	INTRUSI
KUARTER	HOLOSEN	ALUVIUM	Terdiri dari lumpur, lempung, pasir, kerikil dan kerakal.	INTRUSI DIORIT DAN GABRO
	PLISTOSEN	Akhir	[Stratigraphic pattern]	
		Tengah	Batugamping Terumbu	
	Awal	Kayasa	Terdiri dari breksi dan lava.	
TERSIER	PLIOSEN	Anggai	Terdiri dari batugamping dan batugamping pasiran.	
	MIOSEN	Obit	Terdiri dari breksi dan lava sisipan tuf pasiran dan lempung pasiran.	
		Woi	Terdiri dari batupasir konglomeratan dan napal, setempat terdapat sisipan lignit.	
		Tengah	[Stratigraphic pattern]	
	Awal	Fluk	Terdiri dari perselingan btpasir, btlempung & serpih, sisipan konglomeratan & btgamping	
	OLIGOSEN	Bacan	Terdiri dari breksi dan lava sisipan btpasir, tufan dan batulempung	
	EOSEN	[Stratigraphic pattern]		
	PALEOSEN	[Stratigraphic pattern]		
PRA TERSIER			Terdiri dari batuan meta sedimen, batuan malihan dan ultramafik.	

Gambar 3. Stratigrafi Tersier Daerah Obi (D. Sudana Dkk, 1994).





Gambar 6. Morfologi keseluruhan daerah penyelidikan.



Gambar 7. Morfologi perbukitan berlereng terjal.



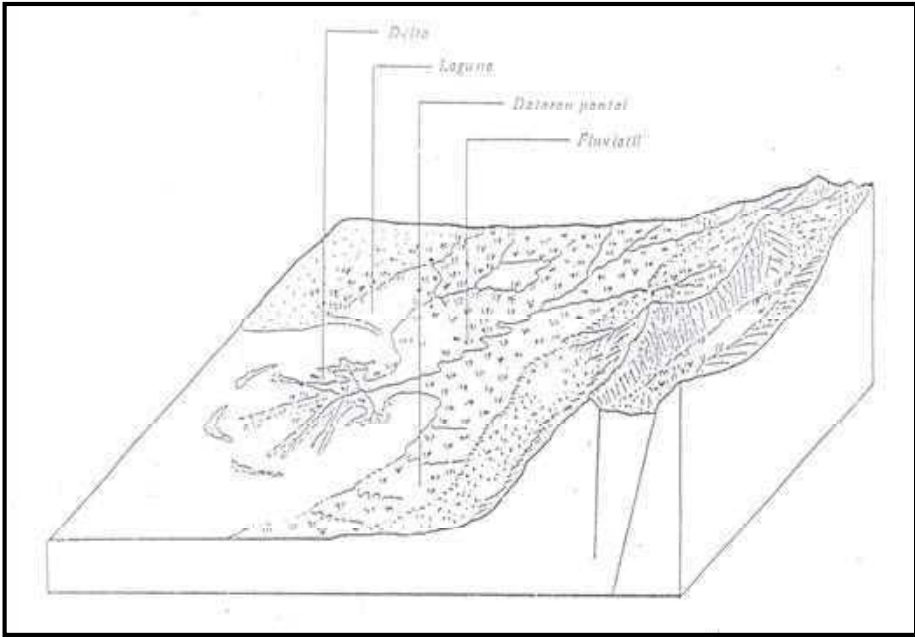
Gambar 8. Morfologi perbukitan berlereng landai.

Tabel 2. Daftar Koordinat Singkapan Batuan.

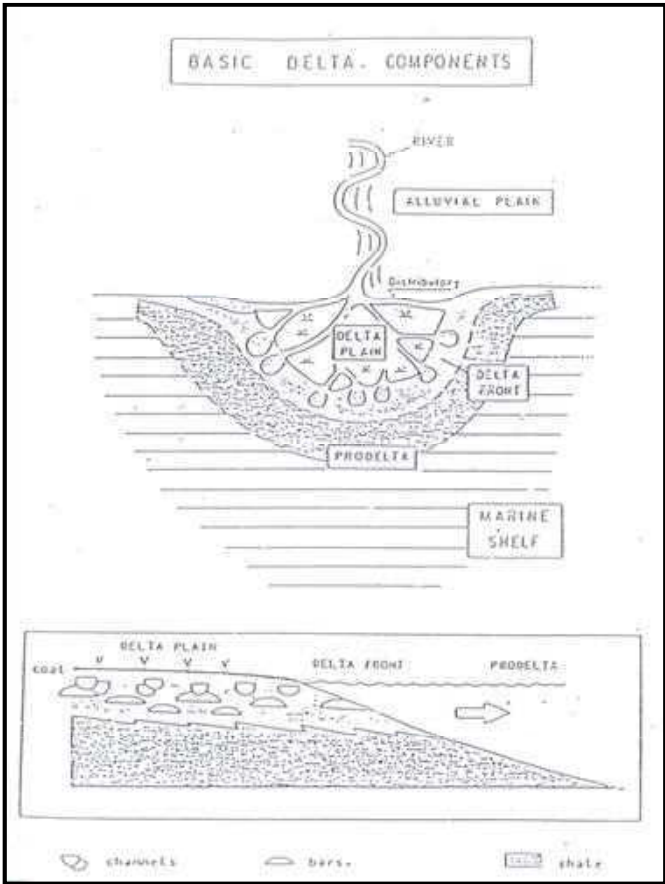
NO	KODE CONTO	GEOGRAFIS		N...E/... <sup>0</sup>	LOKASI	PEMERIAN
		B T	L S			
1	WL-01					
2	WL-02					
3	WL-03	127 <sup>0</sup> 25' 23"	1 <sup>0</sup> 39' 28"		Camp	
4	WL-04	127 <sup>0</sup> 26' 51"	1 <sup>0</sup> 38' 48"	95 <sup>0</sup> / 20	Konglomerat Di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
5	WL-05	127 <sup>0</sup> 26' 1"	1 <sup>0</sup> 38' 18"	94 <sup>0</sup> / 10	Konglomerat Di jalan setapak	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
6	WL-06	127 <sup>0</sup> 26' 41"	1 <sup>0</sup> 37' 44"		Btn Terobosan di atas bukit	
7	WL-07	127 <sup>0</sup> 27' 19"	1 <sup>0</sup> 37' 21"	277 <sup>0</sup> / 15	Napal Di perbukitan jalan setapak	Abu kehitaman, pasiran,
8	WL-08	127 <sup>0</sup> 27' 43"	1 <sup>0</sup> 36' 37"	95 <sup>0</sup> / 17	Konglomerat Di sungai	Matrik pasir kasar, fragmen macam2 batuan,
9	WL-09	127 <sup>0</sup> 27' 51"	1 <sup>0</sup> 36' 51"	95 <sup>0</sup> / 20	Aluvium Di sungai Kawasi	Berbagai macm batuan, bentuk lonjong agak menyudut.
10	WL-10	127 <sup>0</sup> 28' 47"	1 <sup>0</sup> 37' 30"	93 <sup>0</sup> / 15	Konglomerat Di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
11	WL-11	127 <sup>0</sup> 30' 30"	1 <sup>0</sup> 37' 42"	93 <sup>0</sup> / 23	Napal, di sungai Kawasi	Abu kehitaman, pasiran,.
12	WL-12	127 <sup>0</sup> 27' 5"	1 <sup>0</sup> 41' 8"	98 <sup>0</sup> / 7	Konglomerat di tepi sungai	fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar, gampingan
13	WL-13	127 <sup>0</sup> 27' 11"	1 <sup>0</sup> 40' 27"	282 <sup>0</sup> / 10	Konglomerat di tebing	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
14	WL-14	127 <sup>0</sup> 28' 6"	1 <sup>0</sup> 41' 43"	85 <sup>0</sup> / 5	Konglomerat	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar, gampingan
15	WL-15	127 <sup>0</sup> 28' 40"	1 <sup>0</sup> 42' 1"	85 <sup>0</sup> / 5	Konglomerat	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
16	WL-16	127 <sup>0</sup> 29' 11"	1 <sup>0</sup> 42' 22"		Gamping di atas tebing	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.
17	WL-17	127 <sup>0</sup> 29' 36"	1 <sup>0</sup> 42' 5"	80 <sup>0</sup> / 15	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
18	WL-18	127 <sup>0</sup> 30' 22"	1 <sup>0</sup> 41' 36"	285 <sup>0</sup> / 20	Konglomerat di atas tebing	Berlapis, fragmen macam2 batuan,



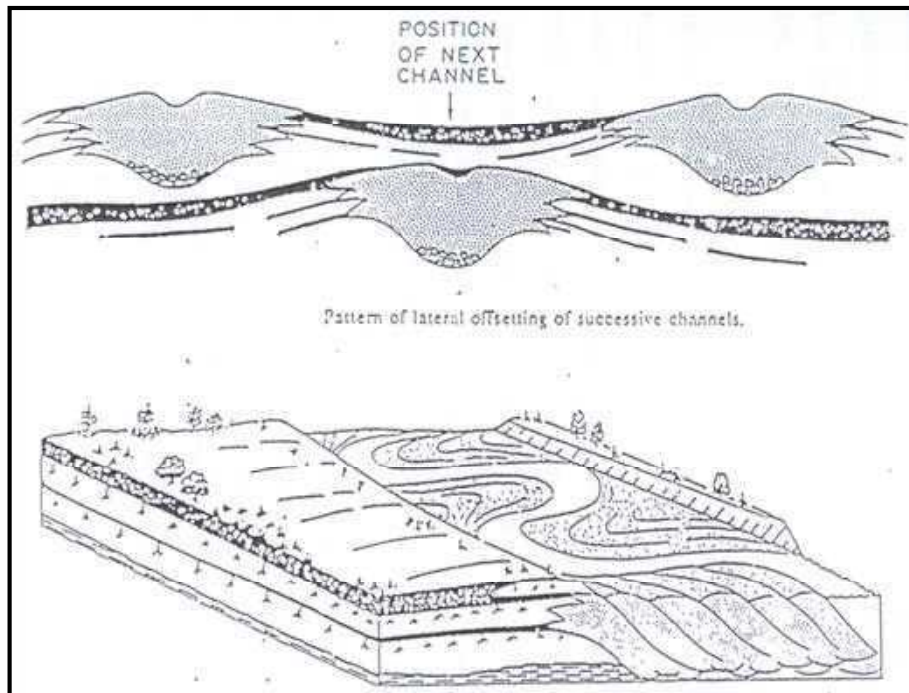
						matrik pasir kasar.
19	WL-19	127 <sup>0</sup> 30' 57"	1 <sup>0</sup> 40' 59"	287 <sup>0</sup> / 25	Konglomerat di atas tebing	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
20	WL-20	127 <sup>0</sup> 30' 20"	1 <sup>0</sup> 43' 1"		Gamping di sungai	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.
21	WL-21	127 <sup>0</sup> 31' 32"	1 <sup>0</sup> 42' 15"	275 <sup>0</sup> / 10	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
22	WL-22	127 <sup>0</sup> 31' 45"	1 <sup>0</sup> 43' 44"		Gamping di sungai dekat pantai	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.
23	WL-23	127 <sup>0</sup> 32' 59"	1 <sup>0</sup> 42' 5"	275 <sup>0</sup> / 15	Konglomerat di tebing dekat sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
24	WL-24	127 <sup>0</sup> 34' 8"	1 <sup>0</sup> 41' 34"	100 <sup>0</sup> / 20	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
25	WL-25	127 <sup>0</sup> 35' 42"	1 <sup>0</sup> 43' 11"	110 <sup>0</sup> / 25	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
26	WL-26	127 <sup>0</sup> 35' 14"	1 <sup>0</sup> 43' 51"		Gamping di tebing dekat sungai	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.
27	WL-27	127 <sup>0</sup> 36' 57"	1 <sup>0</sup> 43' 5"		Gamping di tebing dekat sungai	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.
28	WL-28	127 <sup>0</sup> 38' 49"	1 <sup>0</sup> 41' 55"	70 <sup>0</sup> / 10	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
29	WL-29	127 <sup>0</sup> 38' 9"	1 <sup>0</sup> 40' 40"	85 <sup>0</sup> / 15	Konglomerat di sungai	Berlapis, fragmen macam2 batuan, matrik pasir kasar.
30	WL-30	350528	981129		Gamping di tebing	abu-abu keputihan; warna lapuk kecoklatan, kompak, keras, tekstur bioklastik.



Gambar 13. Sketsa Lingkungan Pengendapan Kemungkinan Terbentuknya - Endapan Batubara (dikutip dari buku – bantuan teknis inventarisasi sumberdaya batubara 2005).



Gambar 14. Pola Pembentukan Batubara Pada – Lingkungan Delta. (dikutip dari buku bantuan teknis inventarisasi sumberdaya batubara 2005).



Gambar 15. Pola Pembentukan Batubara Pada Lingkungan Fluvial. (dikutip dari buku bantuan teknis inventarisasi sumberdaya batubara 2005).

**PENYELIDIKAN SUMBER DAYA BITUMEN PADAT DI SELIMBAU,  
KABUPATEN KAPUAS HULU, PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

**M. Abdurachman Ibrahim**

Kelompok Penyelidikan Energi Fosil

**SARI**

Penyelidikan pendahuluan bitumen padat daerah Selimbau dilakukan dalam rangka menyediakan data potensi bitumen padat, yang meliputi formasi pembawa bitumen padat, data lokasi singkapan, tebal, jurus, dan kemiringan lapisan bitumen padat. Selain data bitumen padat, diamati juga geologi umum daerah penyelidikan, seperti morfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Hasil penyelidikan ini untuk mengetahui sebaran, kualitas, dan sumber daya bitumen padat. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui potensi bitumen padat di daerah penyelidikan dan untuk pengembangan di masa mendatang.

Daerah penyelidikan termasuk daerah Selimbau, masuk dalam empat kecamatan, yaitu Kecamatan Selimbau, Kecamatan Jongkong, Kecamatan Suhaid, dan Kecamatan Pengkadan, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. Secara geografis dibatasi oleh koordinat 0°25'00" – 0°40'00" Lintang Utara dan 112°05'00" – 112°22'00" Bujur Timur.

Secara regional, daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Mandai. Informasi geologi daerah penyelidikan berdasarkan peta geologi lembar Sintang, Kalimantan. Stratigrafi terdiri atas batuan-batuan berumur Tersier dan Kuarter yang dialasi oleh batuan dasar Pra Tersier. Batuan Pra Tersier terdiri atas batuan-batuan berumur Karbon hingga Kapur Akhir yaitu Komplek Semitau dan Kelompok Selangkai. Batuan Tersier terdiri atas Kelompok Mandai dan Batupasir Haloq. Kelompok Mandai berperan sebagai formasi pembawa bitumen padat. Batuan Terobosan Sintang berumur Oligosen hingga Miosen hadir menerobos batuan yang lebih tua. Endapan Aluvium dan Danau merupakan endapan paling muda berumur Kuarter. Struktur geologi berupa sesar dan lipatan yang berarah timurlaut-baratdaya dan baratlaut-tenggara. Jurus lapisan batuan mempunyai arah relatif barat-timur membentuk homoklin dengan kemiringan ke arah utara. Kemiringan lapisan batuan pada daerah penyelidikan berada diantara 5° sampai 10°.

Lapisan bitumen padat secara lateral memiliki ketebalan 0,2 hingga 0,4 meter. Lapisan bitumen padat merupakan lapisan pengapit batubara, sedangkan lapisan batubara memiliki ketebalan 0,2 hingga mendekati 1 meter. Hasil analisis retort

didapatkan kandungan minyak berkisar antara 60 hingga 120 liter/ton. Material organik tipe II yang mempunyai kecenderungan membentuk minyak dan campuran minyak dan gas. Akan tetapi hasil reflektansi vitrinit dan Tmaks menunjukkan sampel yang belum matang. Total sumber daya hipotetik bitumen padat di daerah Selimbau sebesar 334.080 ton atau sumber daya minyak sebesar 180.317 barrel.

## PENDAHULUAN

Bitumen padat adalah salah satu sumber energi yang diharapkan untuk masa mendatang, seiring dengan semakin meningkatnya harga minyak. Penyelidikan ini sangat penting mengingat keterdapatannya yang cukup potensial pada beberapa cekungan sedimentasi di Indonesia.

Penyelidikan bitumen padat daerah Selimbau dilakukan untuk melengkapi data potensi bitumen padat di Pusat Sumber Daya Geologi. Hasil penyelidikan terkait dengan penambahan data sumber daya bitumen padat, diharapkan seiring bertambahnya data sumber daya, maka terjadi juga peningkatan investasi di bidang tersebut.

Secara administratif daerah penyelidikan termasuk daerah Selimbau, masuk dalam empat kecamatan, yaitu Kecamatan Selimbau, Kecamatan Jongkong, Kecamatan Suhaid, dan Kecamatan Pengkadan, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. Secara geografis dibatasi oleh koordinat 0°25'00" –

0°40'00" Lintang Utara dan 112°05'00" – 112°22'00" Bujur Timur (gambar 1).

Kabupaten Kapuas Hulu memiliki luas wilayah 29.842 km<sup>2</sup> yang merupakan 20,33% dari luas wilayah Provinsi Kalimantan Barat (146.807 km<sup>2</sup>), dan berpenduduk 221.952 jiwa (sensus 2010). Kabupaten ini disebelah utara berbatasan langsung dengan Serawak, Malaysia, disebelah barat dengan Kabupaten Sintang, disebelah timur dengan Provinsi Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah, dan disebelah selatan dengan Kabupaten Sintang dan Provinsi Kalimantan Tengah (id.wikipedia.org, 2012).

Penggunaan lahan di Kabupaten Kapuas Hulu didominasi oleh kawasan hutan sebesar 1.970.564 ha atau sekitar 56,51% dari luas seluruh wilayah Kabupaten Kapuas Hulu. Perkebunan terdiri dari perkebunan karet, kopi, coklat, lada, dan lain-lain. Secara garis besar bahwa perkebunan terbesar saat ini berupa perkebunan karet rakyat, sedangkan perkebunan lain luasnya kecil dan penyebarannya tidak merata, hanya untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari (kapuashulukab.go.id, 2012).

Terdapat dua kali puncak jumlah curah hujan maksimum yang terjadi bertepatan pada saat matahari beredar dekat khatulistiwa, yaitu pada bulan Maret – April dan Oktober – November. Pada musim kemarau, Sungai Kapuas tidak sedalam biasanya. Beberapa sungai sempit yang kerap dijadikan jalan pintas tidak bisa dilewati. Puncak musim kemarau adalah bulan Juni. Musim kemarau juga menjadi musim terbaik untuk menangkap ikan. Ikan siluk (arwana) menjadi komoditas utama selain ikan air tawar konsumsi (kapuashulukab.go.id, 2012).

Kapuas Hulu adalah kabupaten multi etnis. Suku yang dominan adalah etnis Melayu Kalimantan, Dayak, Tionghoa, dan sejumlah kecil pendatang dari Jawa dan Minang. Daerah Putussibau Utara dan Selatan didominasi oleh etnis Tionghoa, Jawa, dan Minang yang biasanya menguasai perdagangan. Sementara etnis Melayu dan Dayak banyak mendiami daerah pinggir sungai dan pedalaman (indonesiamengajar.org, 2012).

Di daerah Selimbau dan sekitarnya, rata-rata warga mempunyai perkebunan karet sebagai mata pencahariannya. Selain berkebun, warga juga memiliki kolam budidaya ikan air tawar. Penduduk di daerah ini didominasi oleh etnis Melayu Kalimantan beragama Islam. Hampir setiap desa sudah mempunyai tempat

ibadah berupa masjid atau mushola. Infrastruktur jalan sudah menghubungkan antara kecamatan-kecamatan, bahkan desa-desa juga telah terhubung oleh jalan. Beberapa jalan sudah dilakukan pengerasan, sedangkan beberapa masih berupa jalan tanah atau batu. Listrik telah menjangkau hingga ibukota kecamatan menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel, sedangkan untuk desa-desa masih menggunakan generator tersendiri. Desa-desa yang saling berdekatan sudah memiliki sekolah dasar, sedangkan untuk sekolah menengah pertama dan atas hanya terdapat di ibukota kecamatan.

## **GEOLOGI UMUM**

Secara regional, daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Mandai (Zeylmans, 1939, dan Haile, 1955, dalam Amarullah, dkk., 1988). Informasi geologi daerah penyelidikan berdasarkan peta geologi lembar Sintang, Kalimantan (Heryanto, dkk., 1993).

Secara tektonik terdapat tiga cekungan yaitu Cekungan Ketungau dan Cekungan Mandai di bagian utara dan Cekungan Melawi di bagian selatan (gambar 2). Kedua bagian cekungan ini dipisahkan oleh Punggungan Semitau berumur Pra Tersier (gambar 3). Ketiga cekungan menyatu hingga Eosen Akhir,

proses tektonik pada Oligosen hingga Miosen membentuk Punggungan Semitau sehingga cekungan yang luas tersebut terbagi menjadi tiga bagian (Ibrahim, dkk., 2008).

Cekungan-cekungan ini secara garis besar diisi oleh tiga sekuen sedimen, yaitu sekuen Silat, sekuen Cekungan Melawi, dan sekuen Cekungan Ketungau-Mandai. Sekuen Silat diisi oleh batupasir fluvial dengan tebal hingga 600 meter dan dilapisi kembali oleh batulempung hitam lakustrin dengan tebal hingga 2.000 meter. Sekuen ini menipis ke arah barat dan tidak dijumpai di bagian barat dari Sungai Kapuas. Sekuen ini membentuk sinklin dan dilapisi kembali secara tidak selaras oleh batuan dari sekuen Cekungan Melawi (Darman dan Sidi, 2000).

Cekungan Melawi terdiri dari sedimen fluvial, laguna, dan sedimen tepi laut. Akumulasi sedimen secara maksimum berada di ujung utara dari cekungan ini. Cekungan Melawi membentuk sinklin dengan sudut yang lebih tajam pada bagian utara cekungan (Darman dan Sidi, 2000).

Sedimen Tersier dari Cekungan Mandai mempunyai korelasi dengan sekuen Cekungan Ketungau. Sehingga keduanya sulit terpisahkan. Formasi pada bagian bawah mempunyai kesamaan dengan sekuen dari Cekungan Melawi, akan tetapi bagian

tengah dari sedimentasi pada Cekungan Ketungau yang memiliki ketebalan hingga 2.000 meter dari batupasir fluvial, tidak mempunyai kesamaan dengan Cekungan Melawi. Berdasarkan hal tersebut, diinterpretasikan bahwa Cekungan Ketungau lebih muda dari Cekungan Melawi. Cekungan Ketungau juga membentuk sinklin dengan sedimentasi menipis ke arah selatan, sedangkan ke arah utara menebal. Cekungan ini dibatasi oleh sesar-sesar dari melange di utara dan di selatan (Darman dan Sidi, 2000).

### **Stratigrafi**

Secara umum batuan penyusun Cekungan Mandai terdiri atas batuan-batuan berumur Tersier dan Kuartar yang dialasi oleh batuan dasar Pra Tersier. Batuan Pra Tersier terdiri atas batuan-batuan berumur Karbon hingga Kapur Akhir yaitu Komplek Semitau dan Kelompok Selangkai. Batuan Tersier terdiri atas Kelompok Mandai dan Batupasir Haloq. Batuan Terobosan Sintang berumur Oligosen hingga Miosen hadir menerobos batuan yang lebih tua. Endapan Aluvium dan Danau merupakan endapan paling muda berumur Kuartar.

Stratigrafi daerah penyelidikan berdasarkan peta geologi lembar Sintang (Heryanto, dkk., 1993) dari tua ke muda sebagai berikut (gambar 4) :

- Komplek Semitau (CRs) terdiri dari sekis hijau, batu hijau, amfibolit, sedikit sabak, filit, batutanduk, kuarsit, serpentinit, harsburgit terubah, setempat granit, granodiorit, dan diorit.
- Kelompok Selangkai (Kse) terdiri dari batulumpur, batupasir, batulanau gampingan dan tidak gampingan, sedikit batupasir atau batulumpur berlapis teratur dengan lapisan bersusun, batulumpur kerakalan, konglomerat aneka bahan, batugamping, setempat fosil. Terteponikan dengan berbagai cara, setempat bancuh, atau formasi terhancurkan.
- Kelompok Mandai (Temd) terdiri dari batupasir, batulumpur, batulanau.
- Batupasir Haloq (Teh) terdiri dari batupasir kuarsa, pejal sampai berlapis tebal, lapisan silang siur, sedikit batupasir kerakalan, konglomerat, batulumpur.
- Batuan Terobosan Sintang (Toms) terdiri dari diorit, granodiorit, diorit kuarsa, andesit, granit, dolerit, sebagian besar berbutir halus dan porfiri. Berbentuk stok (*stock*), sumbat (*plugs*), sil (*sills*), retas (*dykes*) tingkat tinggi.
- Endapan Aluvium dan Danau (Qal) terdiri dari lumpur, pasir, kerakal, dan bahan tumbuhan.

## Struktur Geologi

Pola struktur utama di Cekungan Mandai dapat dibedakan atas perlipatan dan sesar yang berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Perlipatan utama berupa sinklin asimetris dengan sayap utara memiliki kemiringan yang lebih curam, sedangkan sayap selatan memiliki kemiringan yang lebih landai (Darman dan Sidi, 2000). Perlapisan batuan mempunyai arah barat-timur membentuk homoklin (Amarullah, dkk., 1988).

## Indikasi Bitumen Padat

Berdasarkan peta geologi lembar Sintang, penyebaran formasi pembawa bitumen padat terdapat pada Kelompok Mandai berumur Eosen, terdiri dari batupasir, batulumpur, dan batulanau. Berdasarkan laporan penyelidikan pendahuluan endapan batubara daerah Bunut (Amarullah, dkk., 1988), daerah penyelidikan mengandung lapisan tipis batubara dengan ketebalan 0,20 – 1,00 meter dan nilai kalori batubara 5335 – 6935 kal/gram (adb).

## KEGIATAN PENYELIDIKAN

Kegiatan penyelidikan bitumen padat daerah Selimbau secara umum menggunakan metode penyelidikan lapangan dengan pemetaan geologi



permukaan. Pemetaan geologi permukaan dilakukan dengan cara menyusuri sungai-sungai, jalan, jalan setapak, tebing, kupasan jalan, dan tempat-tempat lain yang memungkinkan ditemukannya singkapan bitumen padat. Cara mendeteksi keterdapatan atau endapan bitumen padat dalam batuan yaitu membakar batuan tersebut beberapa saat hingga terdapat aroma hidrokarbon, juga terlihat sedikit menyala atau bara api hasil pembakaran tersebut.

Tahap kegiatan dibagi menjadi empat tahap, yaitu tahap persiapan, tahap penyelidikan lapangan, tahap analisis laboratorium, dan diakhiri dengan tahap pengolahan data dan penyusunan laporan.

### **Penyelidikan Lapangan**

Dalam penyelidikan lapangan diperlukan pengumpulan data sekunder yang berguna untuk mengetahui kondisi, lokasi, keragaman, dan target dari suatu penyelidikan lapangan. Berdasarkan pengetahuan tersebut, dilakukan penyelidikan lapangan yang berguna untuk menghimpun berbagai kejadian dan kondisi geologi dengan merekam segala yang terdapat di lapangan.

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder termasuk dalam tahap persiapan. Tahap

ini digunakan untuk studi pendahuluan. Studi pendahuluan yaitu studi pustaka mengenai hal-hal yang berkaitan dengan daerah penyelidikan, termasuk didalamnya studi literatur. Pentingnya studi literatur yaitu untuk mengetahui gambaran sekitar daerah penyelidikan. Penyelidik terdahulu kita perlukan untuk mengetahui sejarah geologi, geologi regional daerah penyelidikan, hingga mencari peta geologi regional yang masuk daerah penyelidikan tersebut. Dalam mempelajari data sekunder, sering didapatkan penyelidik terdahulu yang telah masuk atau bersinggungan dengan daerah yang akan diselidiki. Agar tidak terdapat kesamaan maka studi literatur ini juga berguna untuk mengetahui sejauh mana daerah penyelidikan telah diselidiki. Pada tahap ini dibuat peta dasar atau peta kerja berupa peta topografi dan peta geologi untuk membantu penyelidikan lapangan.

### **Pengumpulan Data Primer**

Pengumpulan data primer merupakan penyelidikan lapangan menggunakan metode pemetaan geologi permukaan. Tahap penyelidikan lapangan dilakukan untuk mencari lokasi singkapan bitumen padat, melakukan pengamatan, pengukuran kedudukan, tebal, jurus, dan kemiringan lapisan bitumen padat, serta merekam dan mengamati semua gejala geologi yang terdapat di daerah penyelidikan.

Pada tahap ini dilakukan juga pengambilan sampel bitumen padat guna pengolahan data lebih lanjut. Sampel yang diambil diusahakan dari bagian yang masih segar, bebas pengotor, dan terbebas dari pelapukan.

Peralatan yang digunakan berupa kompas geologi, palu geologi, kaca pembesar, pita ukur, GPS, kamera, HCl, buku catatan lapangan, dan kantong sampel. Pada tahap ini, peta dasar yang digunakan dilakukan plot kasar untuk mengetahui lintasan (*traverse*), kedudukan singkapan batuan, dan memperkirakan gejala geologi yang mungkin terjadi di daerah penyelidikan.

### **Analisis Laboratorium**

Analisis laboratorium dilakukan untuk menganalisis sampel dari hasil pekerjaan lapangan. Data hasil analisis laboratorium nantinya digunakan untuk mengetahui kualitas bitumen padat di daerah penyelidikan. Data laboratorium yang akan digunakan yaitu hasil analisis petrografi organik, kimia, retort, pirolisis, dan TOC.

### **Pengolahan Data**

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari kegiatan penyelidikan. Pada tahap ini dianalisis berbagai kejadian geologi yang terekam, menginterpretasi hasil lapangan, dan menuangkannya

dalam tulisan. Hasil dari laporan tertulis juga memuat data-data hasil analisis, peta geologi dan lokasi singkapan bitumen padat, serta perhitungan sumber daya bitumen padat di daerah penyelidikan.

## **HASIL PENYELIDIKAN**

### **Geologi Daerah Penyelidikan**

#### **Morfologi**

Daerah penyelidikan dicirikan oleh morfologi dataran dan perbukitan, serta terdapat bukit yang menonjol ditengah-tengah wilayah penyelidikan. Ketinggian berkisar dari 20 meter hingga 400 meter di atas permukaan laut. Berdasarkan pengamatan, analisa peta topografi dan analisa peta DEM (gambar 6), daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi empat satuan geomorfologi, yaitu dataran banjir, dataran teras sungai, perbukitan lipatan, dan bukit intrusi. Satuan geomorfologi ini berdasarkan Brahmantyo dan Bandono (2006).

Satuan dataran banjir menempati 20% dari daerah penyelidikan. Pada peta geomorfologi diarsir berwarna biru (gambar 6). Ketinggian berkisar dari 20 meter hingga 40 meter di atas permukaan laut. Satuan ini dicirikan oleh garis kontur yang sangat renggang pada peta topografi, kemiringan lereng berkisar 0° sampai 10°. Satuan ini memiliki ciri yang

khas di lokasi, berupa adanya endapan aluvial sungai disekitar bantaran sungai. Hal tersebut memperlihatkan adanya kejadian pasang surut air sungai di Sungai Kapuas. Kejadian pasang surut air sungai ini disebabkan tinggi atau rendahnya curah hujan disepanjang perairan Sungai Kapuas. Satuan geomorfologi ini disusun oleh Endapan Aluvium dan Danau (Qal). Terdapat danau oxbow disekitaran Sungai Kapuas. Lahan di sekitar ini umumnya dijadikan pemukiman dan perkebunan. Pola aliran sungai dendritik dengan erosi lateral. Sungai-sungai kecil dan anak Sungai Kapuas bermuara ke sungai utama, yaitu Sungai Kapuas.

Satuan dataran teras sungai menempati 40% dari daerah penyelidikan. Pada peta geomorfologi diarsir berwarna hijau (gambar 6). Ketinggian berkisar dari 40 meter hingga 80 meter di atas permukaan laut. Satuan ini dicirikan oleh garis kontur yang renggang pada peta topografi, kemiringan lereng berkisar 0° sampai 10°. Ciri khas satuan ini di lokasi adalah dataran yang sangat luas. Satuan ini disusun oleh Kelompok Semitau (CRs), Kelompok Mandai (Temd), dan Endapan Aluvium dan Danau (Qal). Lahan di sekitar ini umumnya dijadikan pemukiman, perkebunan, dan beberapa diantaranya juga dijadikan kolam budidaya ikan air tawar. Pola aliran sungai dendritik dengan erosi lateral.

Sungai-sungai kecil bermuara ke sungai utama, yaitu Sungai Mayan dan Sungai Embau.

Satuan perbukitan lipatan, menempati 35% dari daerah penyelidikan. Pada peta geomorfologi diarsir berwarna abu-abu (gambar 6). Satuan ini mengelilingi dataran yang ada di daerah penyelidikan. Ketinggian berkisar dari 80 meter hingga 150 meter di atas permukaan laut. Satuan ini dicirikan oleh garis kontur yang rapat dan menutup pada peta topografi, sedangkan pada peta DEM dicirikan permukaan yang kasar dan menonjol. Kemiringan lereng berkisar 10° sampai 60°. Satuan ini disusun oleh Komplek Semitau (CRs), Kelompok Selangkai (Kse), dan Batupasir Haloq (Teh). Lahan di sekitar ini umumnya dijadikan perkebunan, dan sebagian masih berupa hutan. Pola aliran sungai dendritik dengan erosi vertikal.

Satuan bukit intrusi, menempati 5% dari daerah penyelidikan. Pada peta geomorfologi diarsir berwarna merah (gambar 6). Bukit-bukit ini menonjol sendiri diantara dataran dan perbukitan. Ketinggian berkisar dari 150 meter hingga 400 meter di atas permukaan laut. Satuan ini dicirikan oleh garis kontur yang rapat dan menutup pada peta topografi, sedangkan pada peta DEM dicirikan dengan permukaan yang kecil dan menonjol. Kemiringan lereng berkisar 40° sampai 80°. Satuan ini

disusun oleh batuan terobosan sintang (Toms). Satuan ini tidak dapat dipergunakan lahannya karena kemiringan lereng yang sangat curam. Tidak ada aliran sungai yang melewati satuan ini, sehingga erosi diinterpretasikan terjadi karena pelapukan dan air hujan.

### **Stratigrafi**

Batuan yang tersingkap pada daerah penyelidikan cukup beragam. Mulai dari batuan sedimen, batuan beku, dan batuan metamorf. Akan tetapi pada penyelidikan bitumen padat daerah Selimbau ini, dititik beratkan pada batuan sedimen, dikarenakan kemungkinan keterdapatan endapan bitumen padat pada batuan sedimen klastik halus, khususnya pada Kelompok Mandai. Tidak banyak singkapan batuan yang dapat diamati. Hal ini dikarenakan sungai-sungai kecil atau selokan, banyak yang tidak dapat dimasuki dan cenderung bersifat sebagai pengaliran saja, sehingga jarak selokan tersebut sangat pendek. Pada sungai-sungai besar, bentang lebar sungainya terlampaui lebar dan begitu dalam, sehingga batuan di dinding dan dasar sungai tidak dapat diamati. Singkapan batuan banyak terdapat di dinding gerusan akibat pembukaan jalan dan bekas gerusan untuk pembukaan kolam.

Urutan stratigrafi di daerah penyelidikan dari tua ke muda berdasarkan pengamatan di lapangan, sebagai berikut:

- Komplek Semitau (CRs) pada saat penyelidikan didapatkan lima lokasi singkapan yang memperlihatkan keterdapatan dan ciri dari formasi ini. Lokasi Slb-2 dan Slb-9 merupakan singkapan batutanduk dan kuarsit, berwarna abu-abu tua dan kuning keputihan. Lokasi Slb-6, Slb-7, dan Slb-8 merupakan singkapan sekis hijau dan filit, berwarna abu-abu kehijauan (gambar 7). Menurut Heryanto, dkk. (1993), Komplek Semitau terdiri dari sekis hijau dan batuan hijau tersusun oleh albit, amfibol, epidot, klorit, kuarsa, mika putih, opak, juga terdiri dari amfibolit, batusabak, filit, batutanduk, kuarsit, serpentinit, harzburgit, dan dunit, setempat granit, granodiorit, diorit. Umur kompleks ini Perm dan Trias, sebagai batuan alas (Heryanto, dkk., 1993).
- Kelompok Selangkai (Kse) tidak didapat singkapannya di daerah penyelidikan karena keterbatasan akses. Menurut Heryanto, dkk. (1993), terdiri dari batulumpur karbonatan dan bukan karbonatan, batupasir, dan lanau, sedikit selang-seling batupasir dan batulumpur, batulumpur kerikilan, konglomerat polimik, dan batugamping.

Batulumpur berwarna abu-abu tua, batupasir berbutir halus hingga kasar, laminasi karbonan dibagian atas, semen kuarsa dan karbonat. Umur kelompok ini Kapur, dengan lingkungan pengendapan pantai hingga laut terbuka menuju lereng benua (Heryanto, dkk., 1993).

- Kelompok Mandai (Temd) pada saat penyelidikan didapatkan sembilan lokasi singkapan. Lokasi Jk-1, Jk-2, Jk-3, Jk-4, Jk-5, Jk-6, Nt-1, Nt-2, Nt-3 merupakan singkapan yang terdiri dari batupasir, batulempung, dan batubara (gambar 8, 9, 10, dan 11). Batupasir berwarna abu-abu keputihan, berbutir halus hingga sedang, mengandung kuarsa, kurang kompak. Batulempung berwarna abu-abu kehitaman, setempat karbonan dan menyerpih, getas. Batubara berwarna hitam mengkilap, mengotori tangan, terlihat rekahan, kompak. Menurut Heryanto, dkk. (1993), kelompok ini berumur Eosen Akhir, dengan lingkungan pengendapan fluvial hingga tepi laut, tidak selaras terhadap Kelompok Selangkai dibawahnya.
- Batupasir Haloq (Teh) pada saat penyelidikan didapatkan dua lokasi singkapan. Lokasi Slb-1 dan Slb-10, terdiri dari batupasir kuarsa berwarna abu-abu muda, coklat muda hingga putih, berbutir halus

hingga kasar, lapuk mudah diremas atau masif (gambar 12), dan batulempung berwarna abu-abu hingga abu-abu kehitaman, getas. Menurut Heryanto, dkk. (1993), Batupasir Haloq berumur Eosen Akhir, dengan lingkungan pengendapan fluvial, tidak selaras terhadap Kelompok Selangkai dibawahnya.

- Batuan Terobosan Sintang (Toms) tidak diamati singkapannya di daerah penyelidikan. Menurut Heryanto, dkk. (1993), terdiri dari diorit, granodiorit, diorit kuarsa, andesit, granit, dolerit, sebagian besar berbutir halus dan porfiri. Berbentuk stok (*stock*), sumbat (*plugs*), sil (*sills*), retas (*dykes*) tingkat tinggi. Batuan ini berumur Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah, menerobos batuan lain yang lebih tua (Heryanto, dkk., 1993).
- Endapan Aluvium dan Danau (Qal) terdiri dari lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal, dan sisa tumbuhan. Lokasi singkapan dapat dilihat dibekas gerusan pembuatan kolam pada lokasi Slb-3, Slb-4, dan Slb-5. Endapan ini tidak selaras diatas formasi batuan yang lebih tua (Heryanto, dkk., 1993).

## **Struktur Geologi**

Struktur geologi di daerah penyelidikan terdapat beberapa sesar dan lipatan yang berarah timurlaut-baratdaya dan baratlaut-tenggara. Tidak ada struktur geologi yang dapat diamati dengan baik, sehingga data struktur geologi mengacu kepada peta geologi regional lembar Sintang (Heryanto, dkk., 1993).

Jurus lapisan batuan mempunyai arah relatif barat-timur membentuk homoklin dengan kemiringan ke arah utara. Kemiringan lapisan batuan pada daerah penyelidikan berada diantara 5° sampai 10°.

## **Potensi Endapan Bitumen Padat**

Bitumen padat adalah batuan sedimen klastik halus yang banyak mengandung material organik padat atau kerogen, apabila dipanaskan pada suhu minimum 550°C, material organik tersebut akan berubah menjadi minyak. Batuan sedimen klastik halus dapat berupa serpih, lempung, lanau, batupasir halus, dan sering berasosiasi atau mengandung sisa-sisa tumbuhan, kayu terarangkan, dan batubara. Pada prinsipnya bitumen padat yang terdapat di atau dekat permukaan dapat menghasilkan minyak melalui beberapa proses. Prospek bitumen padat tergantung kepada besarnya minyak yang dihasilkan (liter per ton batuan)

dari batuan yang dianggap sebagai batuan sumber.

Di daerah Selimbau dan sekitarnya, bitumen padat berasosiasi dengan batubara, sehingga formasi pembawa bitumen padat dari Kelompok Mandai juga merupakan formasi pembawa batubara. Setiap bitumen padat yang ditemukan merupakan batulempung karbonan yang merupakan batuan pengapit batubara.

## **Lokasi Endapan Bitumen Padat**

Berdasarkan kegiatan penyelidikan yang dilakukan, ditemukan beberapa lokasi singkapan bitumen padat, batubara, dan batuan lainnya yang singkapannya banyak terdapat di dinding gerusan akibat pembukaan jalan dan bekas gerusan untuk pembukaan kolam.

Kelompok Mandai secara lateral menghilang ke arah barat daerah penyelidikan, sedangkan ke arah timur kelompok ini semakin meluas. Lapisan batubara yang menjadi patokan dalam penyelidikan lapangan juga semakin menghilang ke arah barat, sedangkan ke arah timur semakin luas penyebarannya. Begitu juga dengan batulempung karbonan sebagai bitumen padat, pada beberapa singkapan batubara disebelah barat tidak ditemukan bitumen padat, sedangkan disebelah timur semakin mudah ditemukan bitumen padat.

Lapisan bitumen padat secara vertikal memiliki ketebalan 0,2 hingga 0,4 meter. Hal ini disebabkan lapisan bitumen padat di lokasi penyelidikan merupakan lapisan pengapit batubara, sehingga perkembangannya kurang baik. Lapisan batubara sendiri memiliki ketebalan 0,2 hingga mendekati 1 meter. Hanya terdapat satu lapisan bitumen padat diatas lapisan batubara, dan satu lapisan bitumen padat dibawah lapisan batubara.

Berdasarkan hasil penyelidikan lapangan, bitumen padat daerah Selimbau yang diwakili Kelompok Mandai, mempunyai lingkungan pengendapan fluvial hingga laut dangkal, sesuai Heryanto, dkk. (1993). Kelompok Mandai sebagai formasi pembawa bitumen padat kurang berkembang untuk menjadi formasi pembawa bitumen padat yang baik. Lingkungan pengendapan batuan induk biasanya mempunyai lingkungan yang tenang, fluvio-deltaik hingga lakustrin, sehingga batuan klastik halus dapat terendapkan dengan baik. Dilihat dari singkapan yang terdapat di daerah penyelidikan, Kelompok Mandai di daerah Selimbau ini lebih baik untuk membentuk batubara dan sedimen klastik sedang hingga kasar. Dalam hal tersebut lingkungan pengendapan diinterpretasikan didominasi oleh pengendapan sungai dengan arus yang kuat dan relatif dangkal.

### Kualitas Endapan Bitumen Padat

Kualitas bitumen padat daerah Selimbau didapatkan berdasarkan hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan di Pusat Sumber Daya Geologi. Hasil analisis total karbon organik (TOC) berkisar antara 21,68% hingga 27,36% (tabel 1). Hasil TOC ini dikategorikan sangat tinggi (melimpah), hal ini disebabkan sampel merupakan batulempung karbonan, sehingga memang akan menghasilkan TOC yang sangat tinggi.

Sebanding dengan nilai TOC yang sangat tinggi, didapatkan juga hasil analisis retort yang baik. Kandungan minyak berkisar antara 60 hingga 120 liter/ton, sedangkan kandungan air berkisar antara 100 hingga 180 liter/ton (tabel 1). Berat jenis sampel berkisar antara 1,36 hingga 1,54. Dilihat dari berat jenisnya, maka sampel memang merupakan batulempung karbonan. Sampel batulempung karbonan sebagai bitumen padat di daerah Selimbau masih dapat menghasilkan minyak yang cukup baik.

Hasil analisis petrografi material organik memperlihatkan reflektansi vitrinit antara 0,39% hingga 0,78%, dengan nilai tengah antara 0,43% hingga 0,67%. Berdasarkan hasil reflektansi vitrinit tersebut, material organik daerah Selimbau memasuki kategori katagenesis tetapi belum memasuki jendela minyak (*oil window*).

Maseral didominasi oleh vitrinit hingga lebih dari 50% pada setiap sampelnya (tabel 2).

Hasil analisis pirolisis bitumen padat menunjukkan nilai  $T_{maks}$  berada diantara  $419,10^{\circ}\text{C}$  hingga  $425,40^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan nilai  $T_{maks}$  tersebut, sampel bitumen padat daerah Selimbau tergolong belum matang (*immature*). Sampel yang belum matang ini juga didukung dengan nilai  $S_1$  yang kecil, dibandingkan dengan nilai  $S_2$  yang sangat besar. Nilai hidrogen indeks berkisar antara 252,35 hingga 355,56. Nilai hidrogen indeks tersebut akan cenderung menghasilkan minyak dan campuran minyak dan gas. Nilai potential yield berkisar antara 55,00 hingga 98,84, sehingga sangat potensial menghasilkan hidrokarbon.

Bila menggunakan nilai  $S_2/S_3$ , didapatkan nilai antara 14,06 hingga 37,56, hal ini menunjukkan bahwa sampel tersebut lebih cenderung membentuk minyak (*oil prone*). Plot antara TOC dengan potential yield (gambar 13) memperlihatkan sampel sangat baik (melimpah) kekayaan organik. Plot antara TOC dengan hidrogen indeks (gambar 14) memperlihatkan sampel cenderung menghasilkan minyak dan minyak dan gas (*mixed*). Plot antara  $T_{maks}$  (gambar 15) dengan hidrogen indeks memperlihatkan sampel memiliki material organik tipe II. Material organik

tipe II ini lebih cenderung menghasilkan minyak atau campuran. Plot antara hidrogen indeks dengan oksigen indeks (gambar 16) pada diagram van krevelen yang dimodifikasi juga memperlihatkan kecenderungan material organik tipe II.

### Sumber Daya Endapan Bitumen Padat

Sumber daya bitumen padat di daerah penyelidikan diestimasi dengan menggunakan metoda *cross section* yaitu ditentukan oleh segmen-segmen diantara dua penampang. Sumber daya bitumen padat yang dihitung tersebut termasuk kedalam sumber daya hipotetik.

Rumus untuk menghitung sumber daya bitumen padat adalah,

$$\text{Sumber daya} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \\ \times \text{Tebal (m)} \times \text{BJ (ton/m}^3\text{)}$$

Dalam perhitungan sumber daya minyak, kandungan air harus dijadikan nol dan disebut sebagai *liters per tonne at zero moisture (LT0M)*. Hal ini dimaksudkan supaya kandungan minyak dalam suatu lapisan bitumen padat pada suatu formasi dapat dengan mudah dibandingkan dengan kandungan minyak dalam lapisan lainnya atau formasi lainnya. Rumus yang digunakan adalah,



$$LTOM = \{(100 \times HC (ar))\} : \{(100 - MC (ar))\}$$

Keterangan:

LTOM = *liters per tonne at zero moisture* atau kandungan minyak pada nol persen air

HC = *hydrocarbon content* atau kandungan minyak

MC = *moisture content* atau kandungan air

Sumber daya minyak dihitung dengan menggunakan satuan barrel dengan rumus;

$$HCR = \frac{OSR (ton) \times HC (l/ton)}{159} \text{ Barrel}$$

Keterangan:

HCR = *hydrocarbon resources* atau sumber daya minyak (barrel)

OSR = *oil shale resources* atau sumber daya bitumen padat

HC = *hydrocarbon content* atau kandungan minyak

159 liter = 1 barrel

Hasil perhitungan sumber daya hipotetik (tabel 4) bitumen padat daerah Selimbau sebesar 334.080 ton atau sumber daya minyak sebesar 180.317 barrel.

### **Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Bitumen Padat**

Bitumen padat daerah Selimbau dan sekitarnya mempunyai potensi

bitumen padat yang kurang berkembang walaupun masih didapatkan minyak hasil analisis retort. Daerah ini lebih berkembang untuk batubara, sedangkan bitumen padat didapatkan dari batulempung karbonan yang merupakan batuan pengapit batubara. Penyebarannya secara lateral cukup baik, mengikuti perkembangan lapisan batubara, walaupun di beberapa titik lapisan batubara, tidak ditemukan batulempung karbonan. Secara vertikal ketebalan bitumen padat relatif tipis. Untuk pengembangan kedepannya, diperlukan penyelidikan ke sebelah timur dari lokasi penyelidikan daerah ini. Diperkirakan Kelompok Mandai dengan lapisan batubaranya meluas hingga ke sebelah timur dari lokasi ini, seperti di daerah Nangaboyan, Boyantanjung, dan Nangasuruk. Diharapkan didapatkan bitumen padat yang lebih baik dari daerah Selimbau.

### **KESIMPULAN**

Daerah Selimbau dan sekitarnya termasuk dalam Cekungan Mandai. Kelompok Mandai berperan sebagai formasi pembawa bitumen padat. Kelompok Mandai terdiri dari batupasir, batulempung, dan batubara, berumur Eosen Akhir, dengan lingkungan pengendapan fluvial hingga laut dangkal. Jurus lapisan batuan mempunyai arah relatif barat-timur

membentuk homoklin dengan kemiringan ke arah utara. Kemiringan lapisan batuan berada diantara 5° sampai 10°.

Bitumen padat yang ditemukan memiliki ketebalan antara 0,2 hingga 0,4 meter. Bitumen padat di daerah ini merupakan batulempung karbonan yang menjadi pengapit lapisan batubara. Penyebaran secara lateral cukup baik walaupun tidak disemua titik batubara dijumpai bitumen padat. Hasil analisis total karbon organik (TOC) berkisar antara 21,68% hingga 27,36% yang artinya memiliki kelimpahan material organik sangat tinggi atau melimpah. Reflektansi vitrinit mempunyai nilai tengah antara 0,43% hingga 0,67%, didominasi oleh maseral vitrinit >50%. Nilai Tmaks berada diantara 419,10°C hingga 425,40°C. Hasil reflektansi vitrinit dan Tmaks menunjukkan sampel yang belum matang. Hasil beberapa plot diagram memperlihatkan kecenderungan material organik tipe II dan kecenderungan membentuk minyak dan campuran minyak dan gas.

Hasil analisis retort didapatkan kandungan minyak berkisar antara 60 hingga 120 liter/ton. Total sumber daya hipotetik bitumen padat di daerah Selimbau sebesar 334.080 ton atau sumber daya minyak sebesar 180.317 barrel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amarullah, D., dkk., 1988,** *Penyelidikan Pendahuluan Endapan Batubara Di Daerah Bunut, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat,* Proyek Eksplorasi Bahan-Bahan Galian Industri dan Batubara, Bandung.
- Bakosurtanal, 2004,** *Peta Provinsi Kalimantan Barat,* Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, Cibinong.
- Darman, H. dan Sidi, F.H., 2000,** *An Outline of The Geology of Indonesia,* Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Jakarta.
- Heryanto, B.H., dkk., 1993,** *Peta Geologi Lembar Sintang, Kalimantan,* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Ibrahim, D., dkk., 2008,** *Laporan Penyelidikan Pendahuluan Bitumen Padat Di Daerah Nanga Dangan dan Sekitarnya, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat,* Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

**Rahmat, S.B., dkk., 2008, *Penyelidikan Lanjutan Bitumen Padat Di Daerah Nanga Silat dan Sekitarnya, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.**

**Tim Evaluasi Bitumen Padat, 2010, *Evaluasi Potensi Formasi Pembawa Bitumen Padat / Hidrokarbon Di Pulau Kalimantan*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.**

#### **Pustaka dari Situs Internet:**

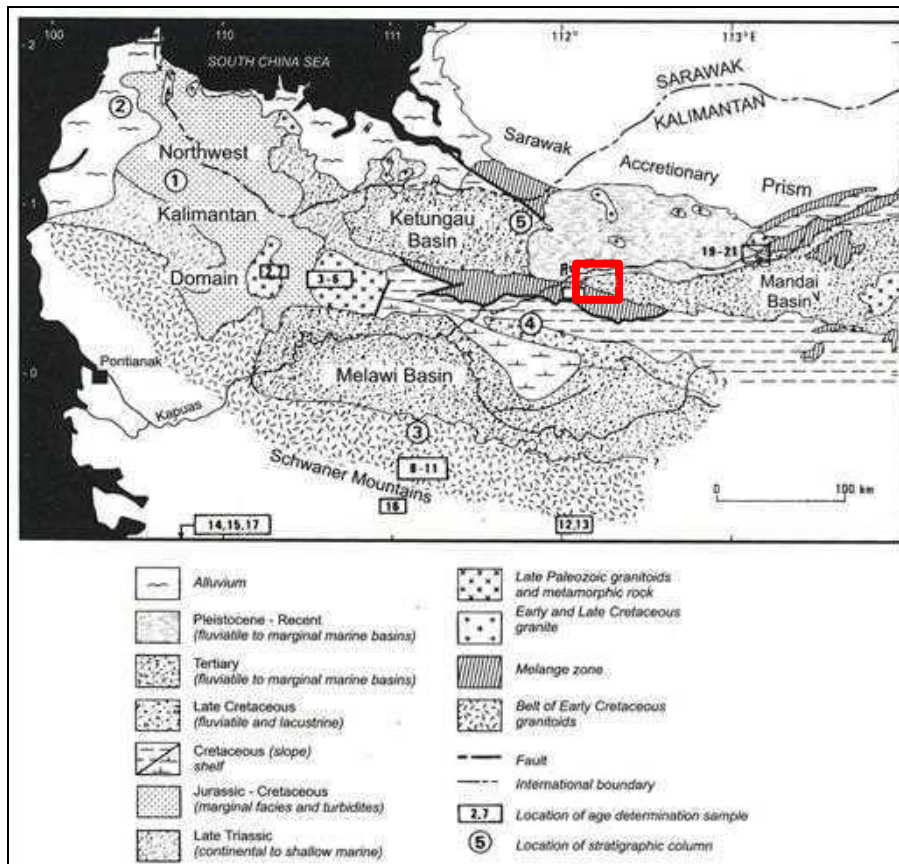
*Kabupaten Kapuas Hulu*, [http://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten\\_Kapuas\\_Hulu](http://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Kapuas_Hulu), Diturunkan atau diunduh pada 9 November 2012.

Pemerintah Kabupaten Kapuas Hulu, <http://www.kapuashulukab.go.id>, Diturunkan atau diunduh pada 9 November 2012.

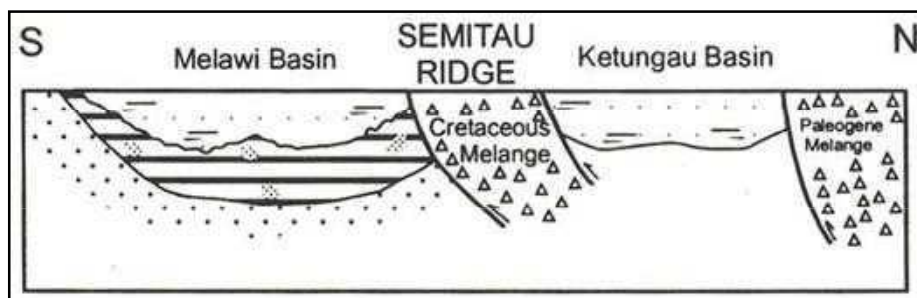
Widyastuti, R., *Profil Kabupaten Kapuas Hulu*, <https://indonesiamengajar.org/kabar-terbaru/profil-kabupaten-kapuas-hulu>, Diturunkan atau diunduh pada 9 November 2012.



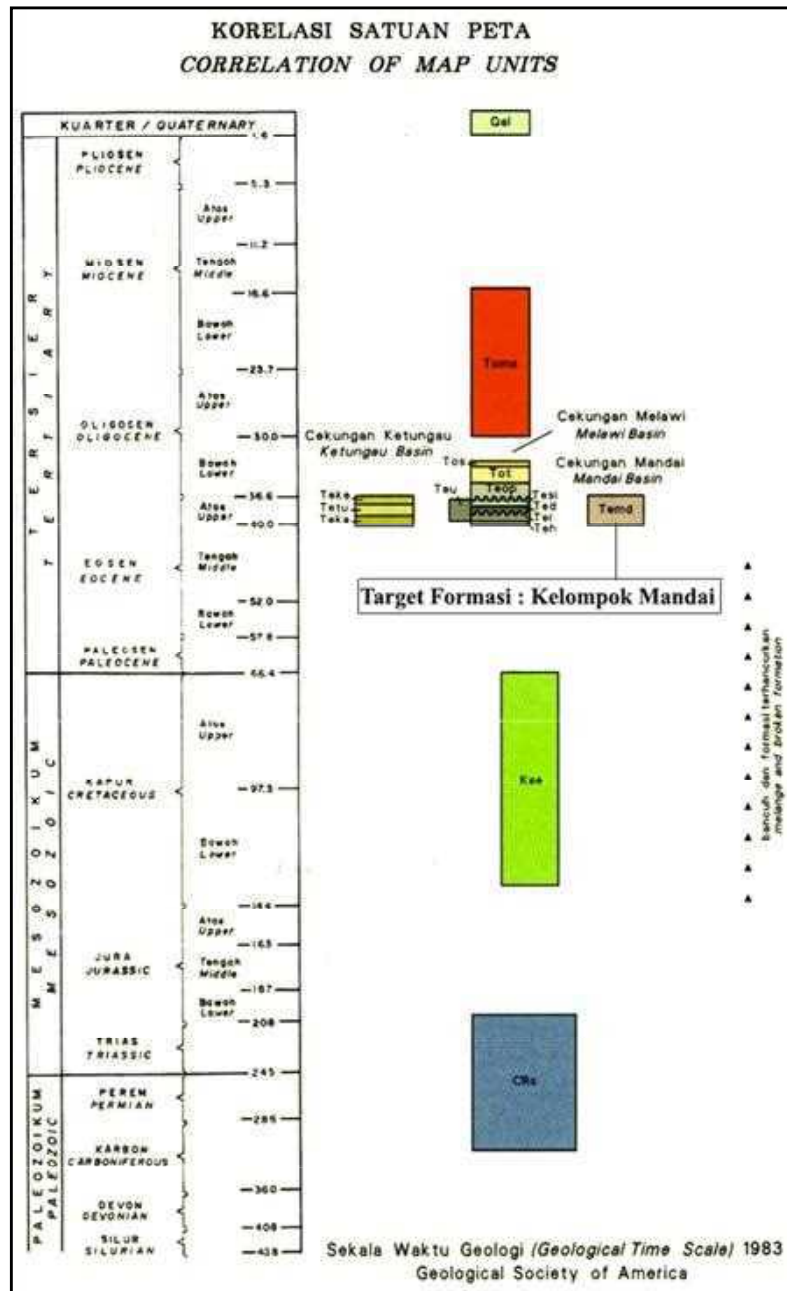
**Gambar 1.** Peta lokasi daerah penyelidikan (Bakosurtanal, 2004).



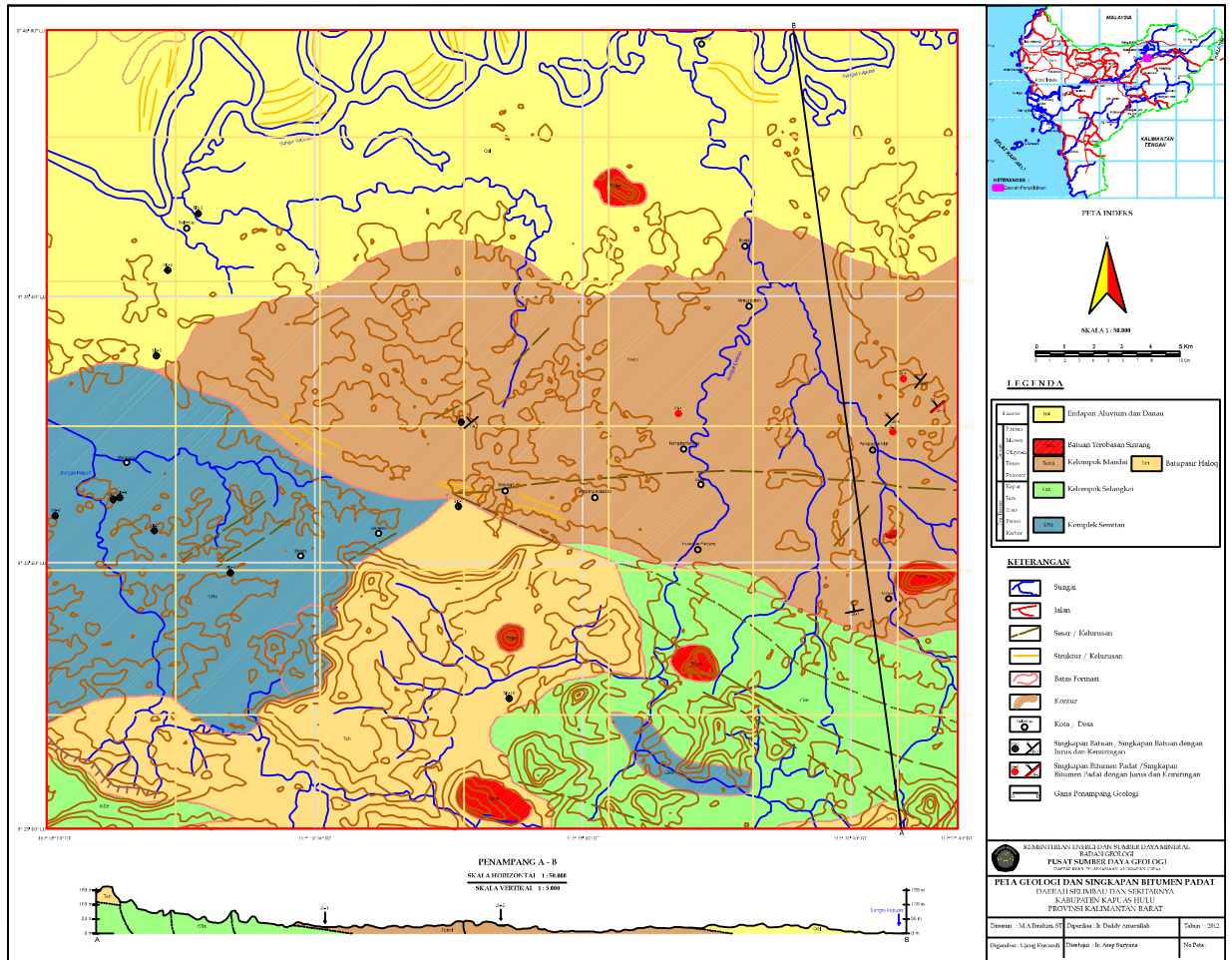
**Gambar 2.** Geologi regional Kalimantan Barat, menunjukkan Cekungan Ketungau, Mandai, dan Melawi (Darman dan Sidi, 2000).



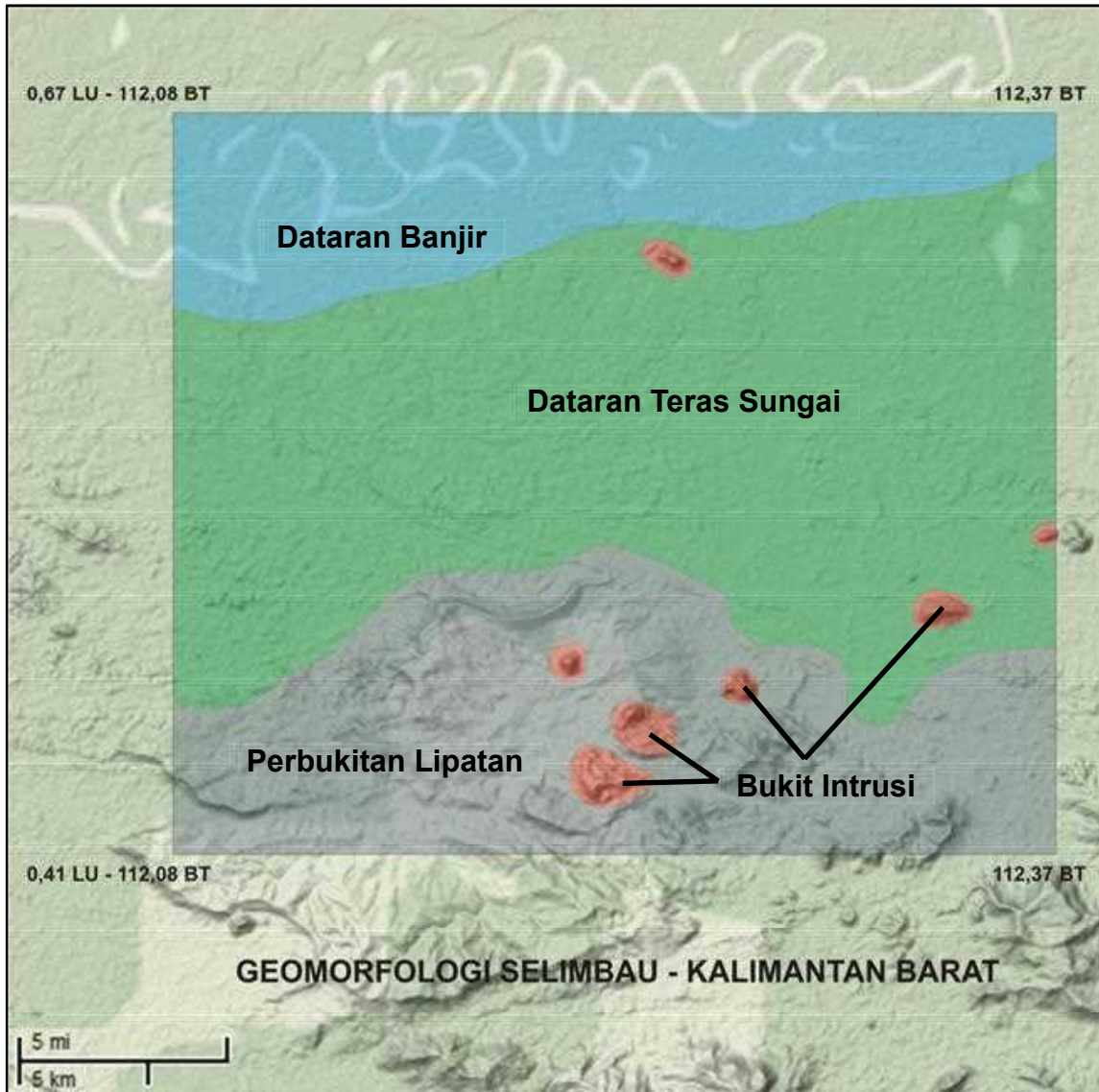
**Gambar 3.** Penampang utara – selatan yang menunjukkan Cekungan Ketungau dan Melawi (Darman dan Sidi, 2000).



**Gambar 4.** Kolom stratigrafi daerah penyelidikan (modifikasi dari peta geologi lembar Sintang, Heryanto, dkk., 1993).



**Gambar 5.** Peta geologi dan singkapan bitumen padat (modifikasi dari peta geologi lembar Sintang, Heryanto, dkk., 1993).



**Gambar 6.** Peta *digital elevation model* (DEM) dan analisis geomorfologi daerah Selimbau.



**Gambar 7.** Singkapan sekis hijau di lokasi Slb-6.



**Gambar 8.** Singkapan batulempung – batubara lokasi Jk-2.



**Gambar 9.** Singkapan batulempung dan batubara di lokasi Jk-5.

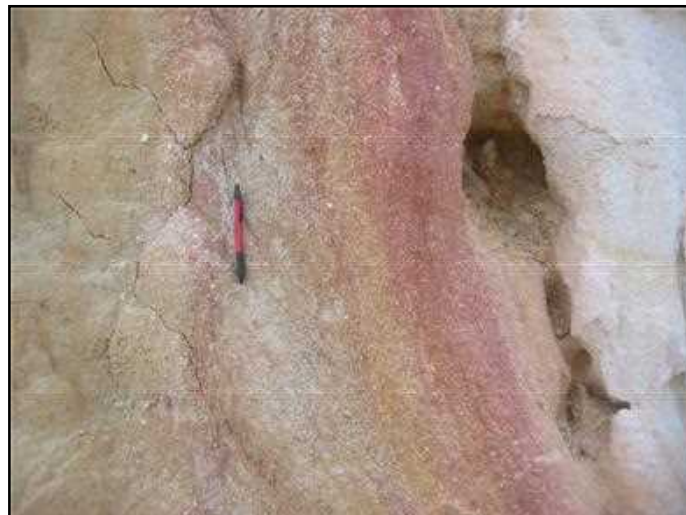


**Gambar 10.** Singkapan batulempung dan batubara di lokasi Nt-1.





**Gambar 11.** Singkapan batubara di lokasi Nt-3



**Gambar 12.** Singkapan batupasir kuarsa di lokasi Slb-1.

**Tabel 1.** Endapan bitumen padat serta hasil analisis TOC dan retort daerah Selimbau.

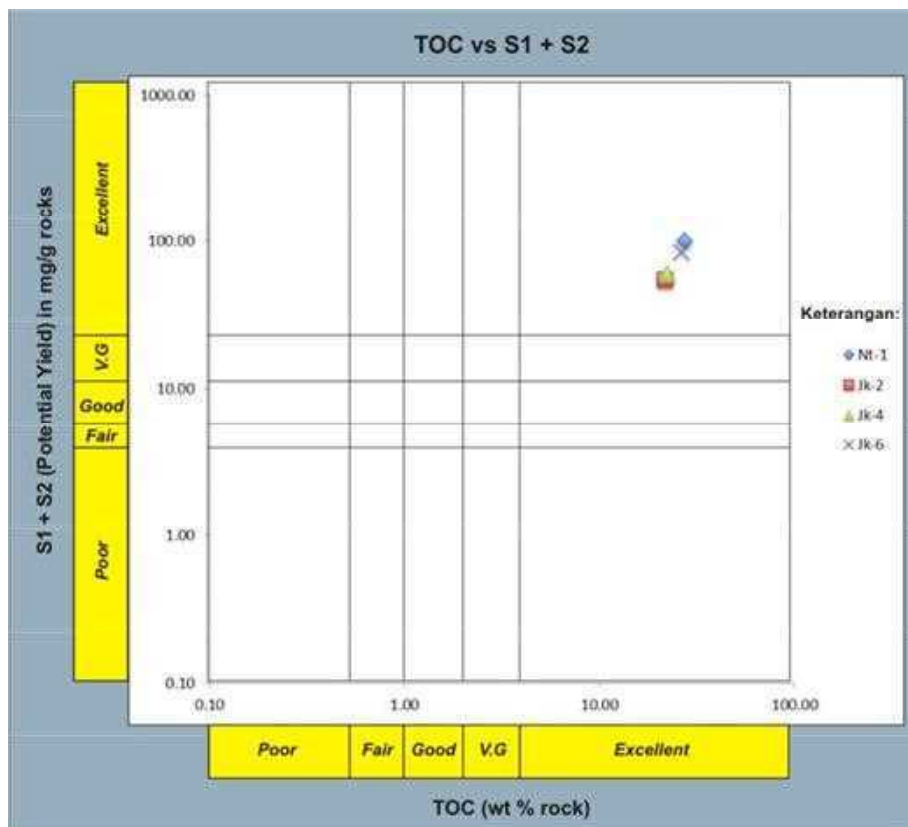
Lapisan Bitumen Padat	Tebal	Panjang Sebaran	Kedudukan Lapisan	TOC	Kandungan Minyak (liter/ton)	Kandungan Air (liter/ton)
Nt-1	0,4 m	500 m		27,36%	120	140
Jk-2	0,4 m	500 m	N 230° E / 8°NW	21,68%	60	140
Jk-4	0,3 m	500 m		22,24%	80	100
Jk-6	0,2 m	500 m		26,41%	80	180

**Tabel 2.** Hasil analisis petrografi material organik daerah Selimbau.

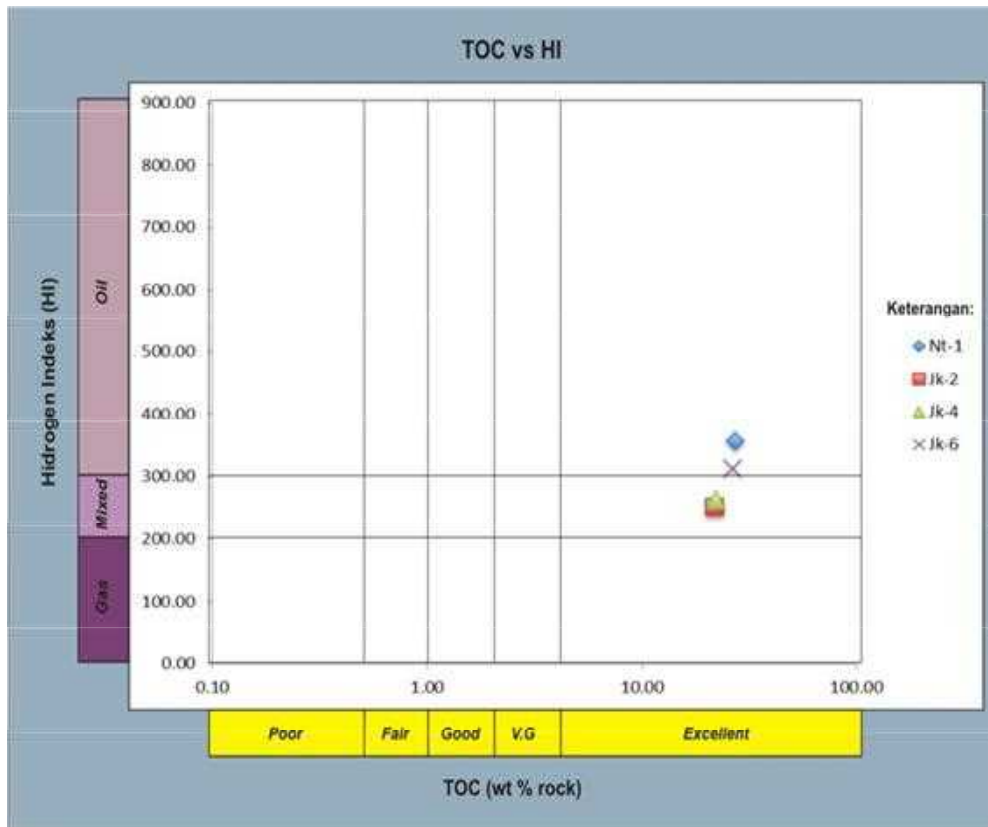
Kode Sampel	Rv mean (%)	Rv Kisaran (%)	Deskripsi
Nt-1	0,48	0,39 – 0,54	Vitrinit > 50%
Jk-2	0,43	0,37 – 0,49	Vitrinit > 50%
Jk-4	0,67	0,59 – 0,78	Vitrinit > 50%
Jk-6	0,61	0,51 – 0,65	Vitrinit > 50%

**Tabel 3.** Hasil analisis pirolisis bitumen padat daerah Selimbau.

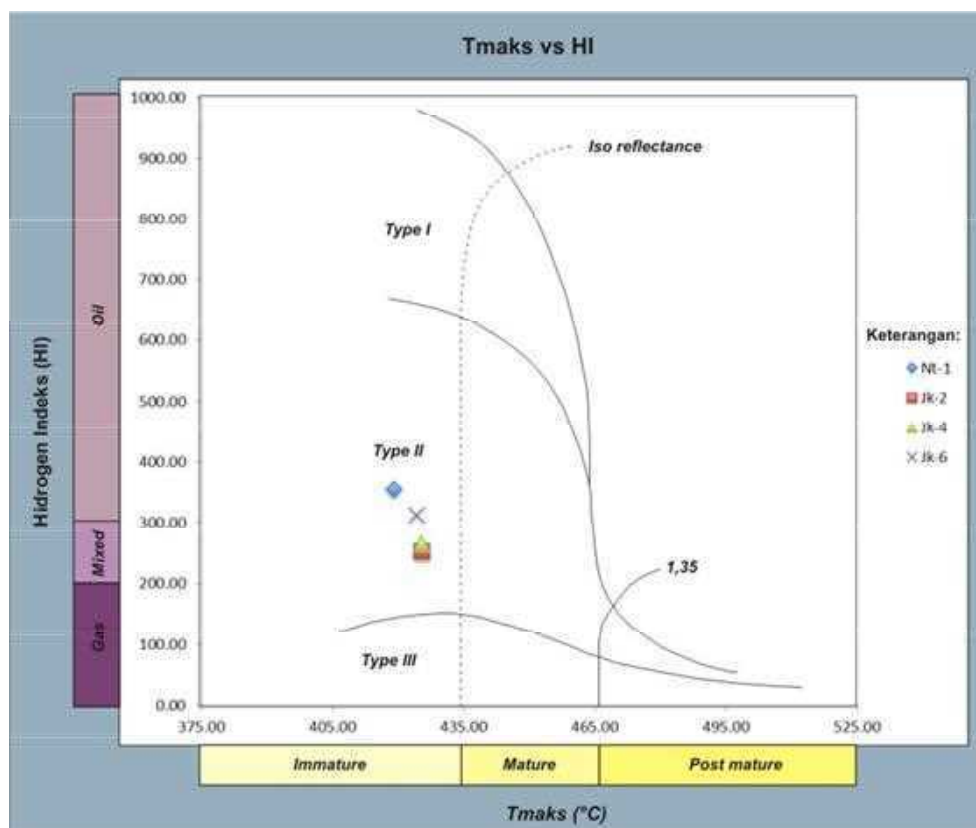
Kode Sampel	S1	S2	S3	Tmax (°C)	Production Index	Hidrogen Index	Oksigen Index	Potential Yield (S1+S2)
	(mg/g batuan)							
Nt-1	1,56	97,28	2,59	419,10	0,02	355.56	9,47	98,84
Jk-2	0,29	54,71	2,80	425,40	0,01	252.35	12,92	55,00
Jk-4	0,77	58,75	4,18	425,30	0,01	264.16	18,79	59,52
Jk-6	0,52	82,43	4,40	424,20	0,01	312.12	16,66	82,95



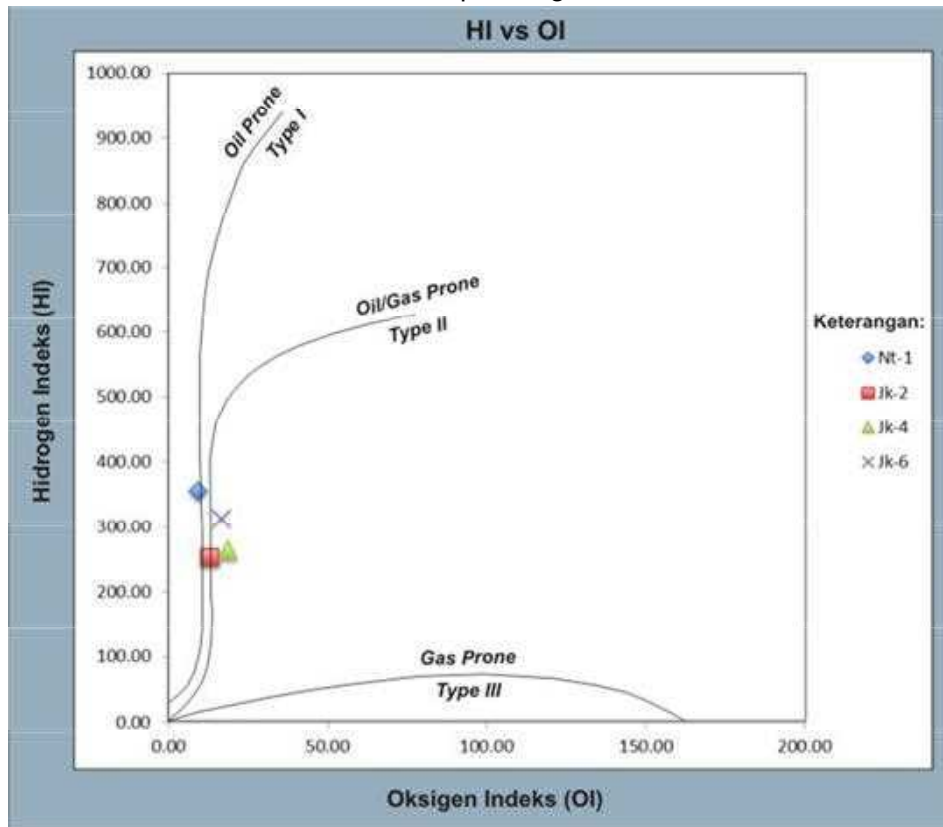
**Gambar 13.** Plot TOC terhadap S1+S2 daerah Selimbau.



Gambar 14. Plot TOC terhadap hidrogen indeks daerah Selimbau.



Gambar 15. Plot Tmaks terhadap hidrogen indeks daerah Selimbau.



Gambar 16. Plot hidrogen indeks terhadap oksigen indeks daerah Selimbau.

Tabel 4. Sumber daya bitumen padat dan minyak daerah Selimbau.

Formasi	Singkapan	Panjang <sup>1</sup>	Lebar <sup>2</sup>	Berat Jenis <sup>3</sup>	Tebal <sup>4</sup>	Sumber Daya Bitumen Padat (ton)	Sumber Daya Minyak (barrel)
Kelompok Mandai	Nt-1	500	360	1,40	0,4	100.800	76.075
	Jk-2	500	360	1,45	0,4	104.400	39.396
	Jk-4	500	360	1,36	0,3	73.440	36.951
	Jk-6	500	360	1,54	0,2	55.440	27.894
Total Sumber Daya (Hipotetik)						334.080	180.317

Keterangan:

<sup>1</sup> panjang dibatasi 500 meter dari titik singkapan<sup>2</sup> lebar 50/sin 8, kemiringan yang diambil kemiringan 8°<sup>3</sup> berat jenis merupakan hasil analisis laboratorium<sup>4</sup> tebal diambil dari masing-masing singkapan, dalam satuan meter

**PENGEBORAN POTENSI CBM DI BALANGAN,  
KABUPATEN BALANGAN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**Soleh Basuki Rahmat, ST, David P. Simatupang, ST**

Kelompok Program Penelitian Energi Fosil

**S A R I**

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0030 Tahun 2005, salah satu tugas Pusat Sumber Daya Geologi adalah menyelenggarakan Penelitian, Penyelidikan dan Pelayanan dalam bidang Sumber Daya Geologi. Pada tahun anggaran 2012, Pusat Sumber Daya Geologi melakukan kegiatan Pengeboran Dalam Batubara dan Evaluasi Potensi CBM di Daerah Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan.

Secara fisiografis, daerah penyelidikan termasuk ke dalam Cekungan Barito yang dibatasi oleh Pegunungan Schwaner pada bagian bagian barat, Pegunungan Meratus pada bagian timur dan Cekungan Kutai pada bagian utara. Cekungan Barito meliputi daerah seluas 70.000 kilometer persegi di Kalimantan Selatan bagian tenggara dan terletak di sepanjang batas tenggara Lempeng Mikro Sunda. Cekungan Barito merupakan cekungan bertipe *foreland* yang berumur *Tersier*, berhadapan langsung dengan Pegunungan Meratus (Satyana dan Silitonga, 1994). Stratigrafi Sedimen Tersier wilayah Balangan berdasarkan Peta Geologi lembar Amuntai yang disusun oleh R. Hermanto dan P. Sanyoto (1994), secara berurutan dari atas ke bawah adalah Endapan Alluvium, Formasi Dahor, Formasi Warukin, Formasi Berai, Formasi Tanjung dan Batuan Pra Tersier. Sebagai formasi pembawa batubara di Cekungan Barito adalah Formasi Warukin dan Formasi Tanjung.

Pemboran di Balangan dilakukan pada Formasi Warukin. Kedalaman yang berhasil dicapai adalah 326,20 m. Lapisan batubara yang berhasil ditembus pada pemboran ini berjumlah 8 seam batubara dengan ketebalan berkisar antara 1,55 m hingga 16,70 m. Seam yang paling atas (Seam A) ditembus pada kedalaman 22,7 m. Sedangkan seam terakhir yang berhasil ditembus adalah Seam H dengan kedalaman 296,40 m. Nilai kalori batubara tertinggi berada pada Seam G dengan nilai 6534 cal/gr (adb) dan yang terendah berada pada seam Seam E dengan nilai kalori 6024 cal/gr (adb). Kandungan gas rata-rata (*gas desorbition*) pada seam G adalah 44,04 scf/ton atau 1,25 m<sup>3</sup>/ton dengan kandungan gas metan rata-rata sekitar 87,41 %.

Kapasitas serap batubara terhadap gas metan berdasarkan analisis *adsorption isotherm* berkisar antara 5 scf/ton pada tekanan hidrostatik sebesar 15 Psi hingga 205 scf/ton pada tekanan hidrostatik 306 Psi. Nilai kapasitas serap terendah dimiliki oleh sample batubara yang diambil dari permukaan (*outcrop*), sementara nilai tertinggi dimiliki oleh seam G dari conto hasil pemboran pada kedalaman 208,25 m.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 0030 Tahun 2005, salah satu tugas Pusat Sumber Daya Geologi adalah menyelenggarakan Penelitian, Penyelidikan dan Pelayanan dalam bidang Sumber Daya Geologi.

Dalam tahun anggaran 2012, Pusat Sumber Daya Geologi melakukan kegiatan Pengeboran Dalam Batubara dan Evaluasi Potensi CBM di Daerah Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan. Ini merupakan upaya untuk menghimpun data potensi batubara pada kedalaman lebih dari 100 meter yang dapat digunakan untuk beberapa kepentingan, diantaranya selain untuk mengetahui potensi kandungan gas dalam lapisan batubara, juga diharapkan data yang diperoleh dapat digunakan untuk pengembangan tambang bawah permukaan. Selain itu data yang diperoleh juga diperlukan untuk penyusunan neraca sumber daya batubara di Indonesia. Kegiatan yang dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi ini, menggunakan alat

pemboran dan packer tes yang dibiayai oleh DIPA tahun anggaran 2010.

### Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan pengeboran dalam batubara adalah untuk mendapatkan data endapan batubara pada kedalaman lebih dari 100 m yang meliputi kualitas, kuantitas, dan kandungan gas dalam batubara.

Tujuannya adalah untuk mengetahui potensi batubara pada kedalaman lebih dari 100 m, sehingga selain bisa dijadikan bahan studi kandungan dan kualitas gas methane didalam batubara atau "*coal bed methane*" (CBM), data yang didapat juga dapat dipakai untuk evaluasi untuk zonasi tambang dalam.

### Lokasi Kegiatan

Daerah penyelidikan termasuk dalam wilayah administrasi Desa Paran, Kecamatan Paringin, Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan.

Secara geografis termasuk lembar peta Amuntai No. 1713 skala 1 : 50.000 dari sistem topografi nasional yang diterbitkan oleh Bakosurtanal. Untuk daerah penyelidikan sendiri

wilayahnya dibatasi oleh koordinat 2° 16' 00" – 2° 18' 00" LS dan 115° 28' 48" – 115° 30' 47" BT (Gambar 1.).

## KEADAAN GEOLOGI

### Morfologi

Daerah penyelidikan membentuk morfologi perbukitan bergelombang. Pola aliran yang berkembang di daerah ini adalah pola aliran dendritik. Ketinggian satuan morfologi ini berkisar antara 33 – 80 meter diatas permukaan laut. Batuan penyusunnya terdiri dari Formasi Dahor dan Formasi Warukin (Gambar 2).

### Stratigrafi

Geologi di daerah ini secara umum didominasi oleh Formasi Warukin yang pelamparannya hampir mencapai 60% luas daerah, sedangkan sisanya diisi oleh Formasi Dahor (Gambar 3).

Bagian bawah formasi Warukin tersingkap pada aliran Sungai Balangan bagian hulu dan beberapa lokasi pada cabang Sungai Balangan. Bagian bawah formasi menunjukkan kehadiran batugamping, ke arah atas berubah menjadi batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulumpur atau batulempung. Bagian tengah disusun oleh batulempung bersisipan batupasir dan beberapa lapisan batubara. Berdasarkan informasi dari PT. Adaro, tebal batubara pada Formasi Warukin dapat mencapai ketebalan sekitar 30 m.

## Struktur Geologi

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan di daerah penyelidikan dan didukung oleh data tambahan yang ada, struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan diperkirakan berupa antiklin yang sumbunya berarah relative Utara - Selatan. Data singkapan hanya memperlihatkan batuan yang merupakan bagian dari sayap sebelah timur dari antiklin. Ini diakibatkan dari sulitnya mencari singkapan sebagai akibat dari tebalnya tanah pelapukan di daerah penyelidikan. Kepastian adanya antiklin di daerah penyelidikan didapat dari hasil kompilasi data permukaan dengan data pemboran yang dilakukan oleh PT. Adaro Indonesia.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Pemetaan Geologi dan Pemboran

Dari hasil pemetaan, ditemukan 7 (tujuh) singkapan batubara (tabel 1). Secara umum arah jurus (*strike*) batubara yang ditemukan berarah Timur Laut – Tenggara dengan kemiringan antara 40° - 80°. Kemiringan perlapisan makin bertambah curam pada lokasi Prg – 04. Ini mengindikasikan kemungkinan adanya struktur sesar di daerah dekat singkapan Prg – 04. Tapi hasil rekonstruksi dengan menggunakan data tambahan dari PT. Adaro Indonesia tidak menunjukkan adanya struktur sesar di daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.

Batubara yang ditemukan memiliki warna coklat kehitaman hingga hitam, kilap kusam hingga *banded bright*, keras, getas, setempat terdapat resin. Pada beberapa singkapan masih terlihat struktur kayunya.

Untuk kegiatan pengeboran inti dilaksanakan dengan menggunakan mesin Bor Atlas Copco CS 14 dengan sistem *wireline* beserta peralatan pendukung yang lainnya.

Penempatan titik pengeboran juga disesuaikan dengan kondisi yang paling memungkinkan dilapangan, beberapa alternatif rencana penempatan titik bor tersebut dibuat dengan memperhatikan :

- Posisi titik bor terhadap posisi singkapan yang mempunyai ketebalan yang memadai sebagai target pengeboran
- Kemudahan akses untuk membawa peralatan bor
- Ketersediaan air pembilas.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, maka lokasi titik bor ditempatkan pada koordinat **02° 16' 32" LS – 115° 29' 56,3" BT** dan titik bor ini dinamakan titik PRG CBM 01.

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan metoda *full coring*. Total kedalaman yang direncanakan adalah 500 m. Untuk mencapai kedalaman tersebut digunakan dua seri pipa bor yaitu pipa HQ hingga kedalaman 300 m, kemudian dilanjutkan dengan

menggunakan pipa NQ yang memiliki diameter dalam 2.75" hingga kedalaman 500 m.

Sampai dengan kedalaman 290 m, kegiatan pengeboran tidak menemukan hambatan yang berarti, *core* yang didapatkan relatif utuh.

Pada kedalaman 296.4 m terjadi *lost core* pada lapisan batubara. Batubara yang ditembus bersifat getas, sehingga ketika ditembus oleh mata bor, batubaranya menjadi hancur. Kegiatan bor dilanjutkan dan berhasil menembus hingga kedalaman 326.20 m. Sampai kedalaman tersebut terjadi jepitan pada batang bor. Hingga akhir kegiatan pemboran, kedalaman pengeboran tidak mengalami peningkatan.

Batubara yang ditembus dari hasil pemboran, dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk lapisan batubara, dari sebelas lapisan yang diperkirakan akan ditembus, sembilan lapisan berhasil ditembus pada akhir periode pertama. Sedangkan pada periode kedua, dikarenakan adanya masalah teknis, kedalaman pengeboran tidak mengalami penambahan.

Batubara dari lapisan F1 dan lapisan F2 serta lapisan G1 dan G2, pada lokasi bor PRG CBM 01 ternyata menyatu. Sehingga total lapisan batubara yang berhasil ditembus adalah 7 (tujuh) lapisan.



### Pengukuran Gas (*desorbtion*)

Pada kegiatan pengeboran ini, lapisan batubara yang akan diukur gasnya direncanakan pada 3 lapisan terdalam, yaitu lapisan G, H dan I. Ini dengan mempertimbangkan keberadaan gas methane pada batubara yang biasanya terakumulasi pada kedalaman lebih dari 200 m.

Contoh core batubara hasil pengeboran diambil per 0.5 m dan dimasukkan ke dalam *canister* untuk kemudian dilakukan pengukuran gasnya. Dikarenakan adanya masalah pada lubang bor yang mengakibatkan tidak tercapainya target kedalaman pengeboran, hingga akhir periode kedua, lapisan batubara yang berhasil ditembus hanya sampai seam H. Sementara batubara yang berhasil dimasukkan ke dalam *canister* hanya dari seam G karena *core* batubara dari seam H hancur, tidak utuh. Jumlah *canister* yang berhasil diisi oleh *core* batubara berjumlah 23 buah.

Berdasarkan hasil pengukuran, terlihat bahwa kandungan gas yang tertinggi terdapat pada canister P712-18 yaitu sebesar 72,21 scf/ton atau 2.04 m<sup>3</sup>/ton, sedangkan yang terendah terdapat pada canister P712-12 sebesar 13.98 scf/ton atau 0.40 m<sup>3</sup>/ton. Sedangkan rata-rata kandungan gas adalah sebesar 44,04 scf/ton atau 1,25 m<sup>3</sup>/ton. Sementara kandungan gas

methane tiap canister berada pada kisaran 0.32 – 1.85 m<sup>3</sup>/ton (Tabel 3).

Sementara presentase kandungan CH<sub>4</sub> mendominasi gas yang lainnya. Kandungan CH<sub>4</sub> berkisar antara 77,97 % - 94,31 %. Karbon dioksida berkisar antara 0,01 % - 1,89. Gas lain yang kandungannya cukup tinggi adalah nitrogen dengan kandungan berkisar antara 0,50 % - 2,82 %. (lihat tabel 4).

### Analisis Laboratorium

Untuk mengetahui kualitas batubara di daerah penyelidikan, maka dilakukan analisis laboratorium di laboratorium PSDG.

Secara umum kualitas batubara pada tiap seam tidak terlalu jauh berbeda (lihat tabel 5). Nilai *Fixed Carbon* berkisar antara 42.00 – 48.69 % (Adb). Sementara *moisture* dari tiap seam juga memiliki nilai yang relatif sama, yaitu berkisar antara 6.61 – 7.34 % (Adb). Untuk nilai total sulfur berada pada kisaran 0.08 hingga 0.30. Anomali nilai total sulfur ada pada conto P811 yang merupakan bagian dari seam B. Ini kemungkinan dipengaruhi oleh sulfur sekunder berupa pirit halus yang mengisi rekahan. Sementara bila dilihat dari nilai kalorinya, batubara daerah penyelidikan memiliki nilai kalori antara 5907 – 6534 kal/gr (adb). Ini termasuk kedalam kategori batubara kalori sedang (5100 – 6100 kal/gr) sampai tinggi (6100 – 7100 cal/gr) atau masuk

kedalam kategori batubara sub-bituminous B (*US System*).

Hasil dari analisa petrografi menunjukkan bahwa kandungan organik (maseal) pada semua contoh rata-rata diatas 90 %, sedangkan mineral yang dominan adalah mineral lempung (0.7 % - 14,8 %) (Tabel 6.). Secara megaskopis contoh batuan merupakan batubara yang memiliki warna coklat kehitaman hingga hitam, keras, getas, kusam hingga agak terang, setempat masih terlihat struktur kayu.

Sementara pada nilai reflektan vitrinit yang ada relatif sama pada tiap conto, yaitu berkisar antara 0,32 hingga 0.48.

### **Analisis Adsorption Isotherm**

Uji *adsorption isotherm* dilakukan berdasarkan metode volumetric untuk menentukan kapasitas serap (*sorption capacity*) batubara sebagai fungsi tekanan. Pengujian yang dilakukan mengacu pada metode volumetric dari Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Australia, pada metode ini volume gas terserap percontonya batubara diukur secara tidak langsung dengan menginjeksikan gas metana secara bertahap dengan tekanan bervariasi yang dapat beroperasi hingga tekanan 16 Mpa (2320 psi) dengan temperature maximum 100°C.

Kandungan gas hasil pengukuran *adsorption isotherm* selalu mewakili kapasitas serapan atau jumlah maksimum gas yang dapat diikat oleh batubara (*storage capacity*). Untuk menghitung kapasitas gas yang tersimpan (*storage capacity*) dengan tekanan digunakan persamaan Langmuir sebagai berikut :

$$G_s = \frac{V_L P}{P_L + P}$$

dimana:

$G_s$  = kapasitas gas simpan, m<sup>3</sup>/ton

$P$  = Tekanan, kPa

$V_L$  = Konstanta Volume Langmuir, m<sup>3</sup>/ton

$P_L$  = Konstanta Tekanan Langmuir, kPa

Persamaan diatas hanya digunakan dengan asumsi batubara murni (*pure coal*), sehingga persamaan ini kemudian dimodified dengan memperhitungkan adanya kadar abu dan kadar air yang terkandung dalam batubara, sehingga persamaan ini menjadi:

$$G_s = (1 - f_a - f_m) \frac{V_L P}{P_L + P}$$

dimana:

$f_a$  = kadar abu, fraksi

$f_m$  = kadar air, fraksi

Pengujian *Adsorption Isotherm* dilakukan terhadap 10 (sepuluh) conto batubara dari singkapan dan hasil pengeboran.

Hasil pengujian yang dilakukan oleh laboratorium Lemigas Jakarta menunjukkan nilai Moisture yang berkisar antara 20,77 % hingga 24,99 %. Sementara nilai abu berkisar antara 1,73% hingga 3,35 %. Nilai moisture yang ada menunjukkan bahwa kadar air pada batubara di daerah penyelidikan relatif cukup tinggi.

Sementara itu, hasil pengujian *Adsorption Isotherm* menunjukkan bahwa kapasitas simpan (*storage capacity*) gas metan pada batubara di daerah penyelidikan berkisar antara 5 scf/ton hingga 205 scf/ton (tabel 7). Nilai terendah berasal dari sample permukaan (outcrop) dan nilai tertinggi berasal dari sampel inti bor yang berasal dari kedalaman 208,25 m pada tekanan Langmuir sebesar 1359 psi. Hasil pengujian juga menunjukkan adanya kenaikan yang cukup signifikan mengenai kemampuan lapisan batubara menyerap gas seiring dengan bertambahnya kedalaman batubara tersebut.

### Sumberdaya Batubara

Perhitungan sumberdaya batubara daerah Jangkang dilakukan berdasarkan pada kriteria-kriteria sebagai berikut :

- Data batubara yang digunakan dalam perhitungan adalah data batubara dari hasil pengeboran PRG CBM 01.
- Jarak yang dihitung kearah jurus (*strike*) dibatasi sampai sejauh 500 m dari lokasi bor PRG CBM 01, sehingga jarak total yang dihitung kearah jurus mencapai 1000 m.
- Jarak yang dihitung kearah *down dip* atau *up dip* untuk lapisan batubara dibatasi sampai sejauh 250 m dari lokasi PRG CBM 01, sehingga jarak totalnya mencapai 500 m (dalam hal ini lokasi JK-01 terletak ditengah).
- Lapisan batubara yang dihitung mengacu pada lapisan batubara yang dengan ketebalan lapisan diatas 1.50 m.
- Berat jenis yang dihitung adalah berat jenis batubara yang umum yaitu 1,30.

Berdasarkan kriteria diatas, sumberdaya batubara daerah Balangan adalah sebesar 32.792.500 ton. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.

### Potensi Gas Methane

Sumberdaya gas metan (*methane in place*) di daerah Balangan dihitung berdasarkan kriteria sebagai berikut :

- Luas daerah yang dihitung mengacu pada luas sebaran batubara yang telah dihitung sumberdayanya.
- Luas daerah untuk menghitung sumberdaya gas metan pada batubara tiap seam adalah sekitar 500.000 m<sup>2</sup> atau 50 ha.
- Lapisan batubara yang dihitung adalah lapisan batubara yang didapat dari hasil pemboran di titik PRG CBM 01 dan diukur kandungan gasnya dengan metoda *desorption*. Lapisan tersebut adalah lapisan G.
- Nilai kandungan gas methane merupakan nilai rata-rata dari seam/lapisan yang akan dihitung gasnya
- Rumus yang digunakan dalam menghitung sumberdaya gas metan adalah :

#### **SDM = Sumberdaya Batubara x Kandungan Gas Methane**

Dimana :

SDM : Sumberdaya gas metan (m<sup>3</sup>)

Perhitungan sumberdaya gas metan pada batubara seam G di daerah Balangan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{SDM} &= 10.855.000 \text{ ton} \times 1,09 \text{ m}^3/\text{ton} \\ &= \mathbf{11.831.950 \text{ m}^3} \\ &= \mathbf{417.845.314,25 \text{ scf}} \end{aligned}$$

Jadi, total sumberdaya gas metan di daerah Balangan pada Seam G adalah sebesar **11.831.950 m<sup>3</sup> = 417.845.314,25 scf = 0,417 bcf.**

Klasifikasi sumberdaya gas metan di daerah Balangan termasuk kedalam sumberdaya hipotetik

#### **Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan**

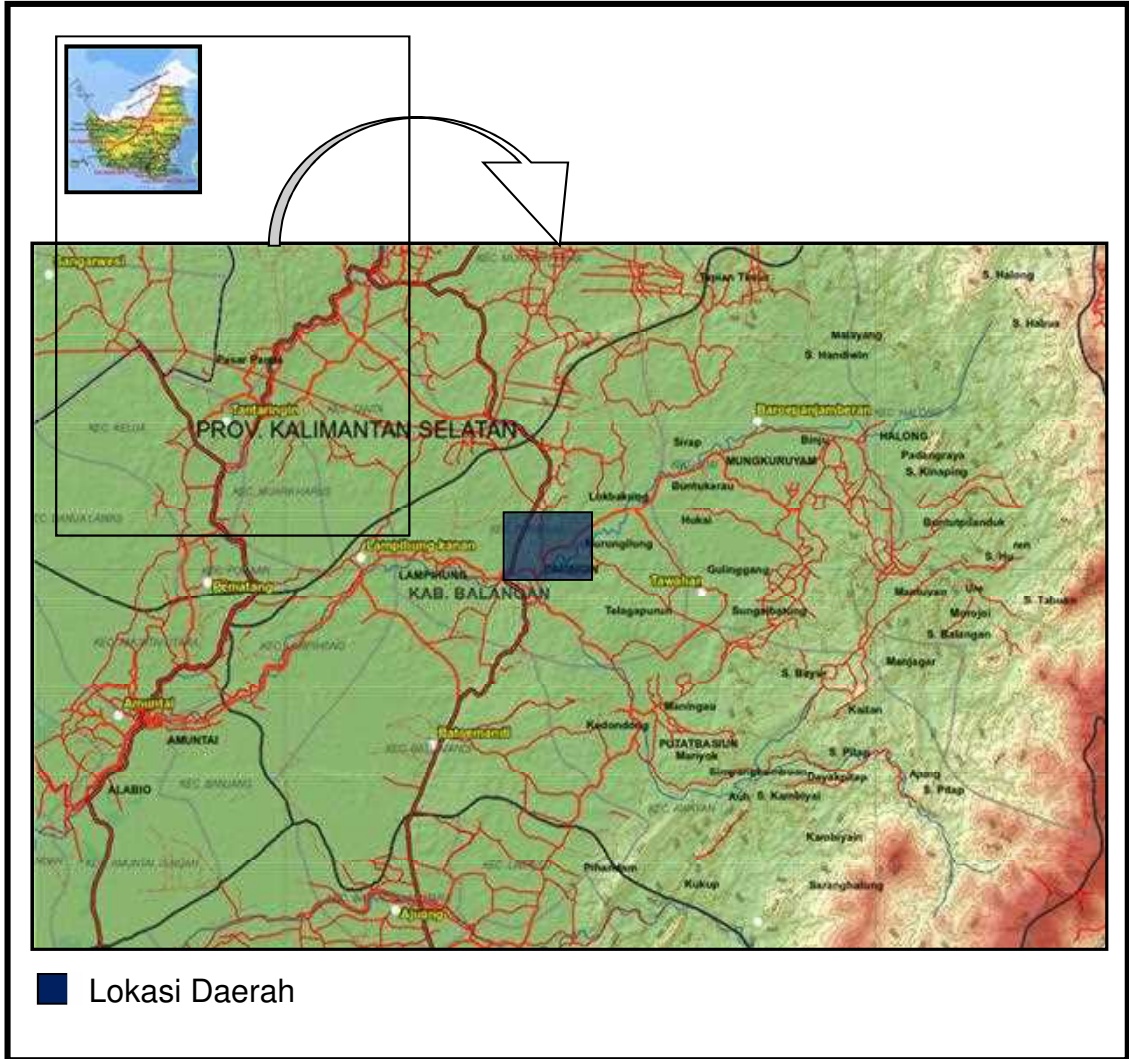
Sebagaimana telah diuraikan diatas, bahwa potensi gas methane di daerah Balangan dan sekitarnya relatif cukup besar, sehingga apabila dimanfaatkan dan dikembangkan akan mempunyai prospek yang baik. Namun perlu diadakan penyelidikan lebih lanjut, mengingat data yang disampaikan disini baru dari satu titik pemboran dan tidak semua lapisan batubara yang ada berhasil diukur gasnya. Potensi gas yang ada diyakini akan lebih besar bila semua seam dapat diukur. Selain itu masih banyak aspek-aspek yang harus dipelajari dan dipertimbangkan, antara lain tataguna lahan, infra struktur dan sosial.

#### **KESIMPULAN DAN SARAN**

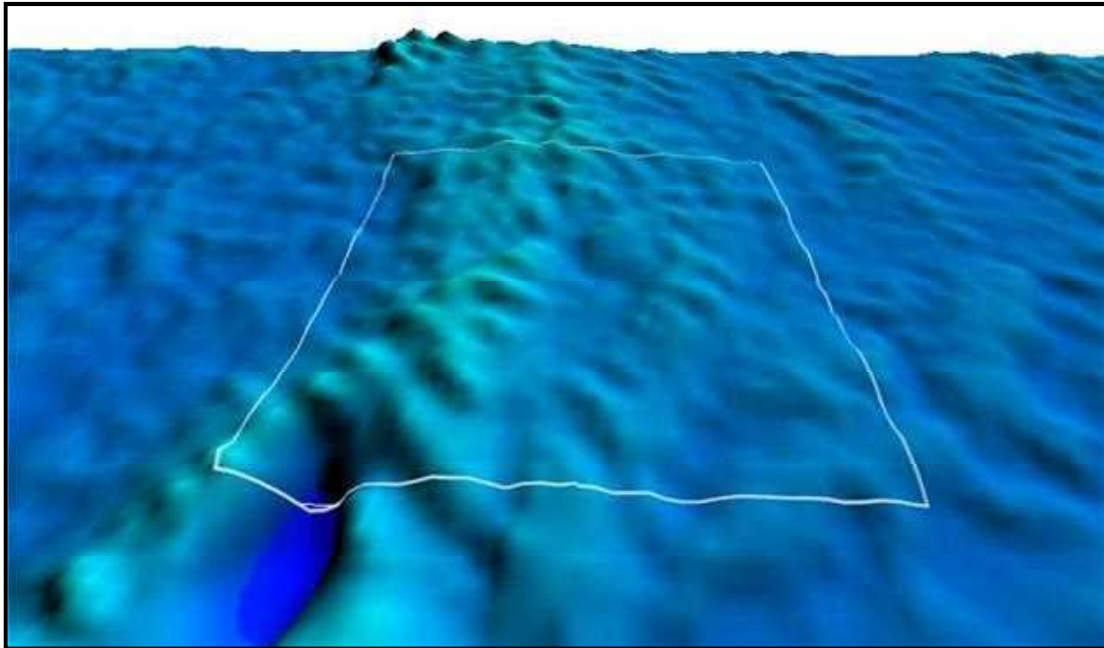
Dari hasil penyelidikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Morfologi daerah penyelidikan termasuk ke dalam satuan morfologi perbukitan bergelombang.
2. Stratigrafi daerah penyelidikan dari

- tua ke muda tersusun atas batuan dari Formasi Warukin dan Formasi Berai yang merupakan bagian dari Cekungan Barito. Formasi pembawa batubara adalah Formasi Warukin.
3. Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan adalah antiklin dengan sumbu berarah relatif Utara – Selatan.
  4. Hingga akhir pekerjaan, kedalaman akhir pengeboran berhasil mencapai kedalaman 326.20 m dari 500 m yang direncanakan. Ini dikarenakan adanya masalah pada lubang bor.
  5. Lapisan Batubara yang berhasil ditembus sebanyak 10 lapisan, tapi karena lapisan F1 dan F2 serta G1 dan G2 menyatu, maka jumlah lapisan batubaranya menjadi 8 lapisan dengan ketebalan antara 1.5 m – 16.7 m.
  6. Nilai kalori batubara (adb) untuk tiap seam berkisar antara 5907 – 6534 kal/gr (adb). Seam yang memiliki nilai kalor tertinggi adalah seam Seam G (L) dan seam yang memiliki nilai terendah adalah Seam G untuk sampel outcrop.
  7. Kandungan gas rata-rata (*gas desorbtion*) pada seam G adalah 44,04 scf/ton atau 1,25 m<sup>3</sup>/ton dengan kandungan gas metan rata-rata sekitar 87,41 %.
  8. Kapasitas serap batubara terhadap gas metan berdasarkan analisis *Adsorption Isotherm* berkisar antara 5 scf/ton pada tekanan hidrostatik sebesar 15 Psi hingga 205 scf/ton pada tekanan hidrostatik 306 Psi. Nilai kapasitas serap terendah dimiliki oleh sample batubara yang diambil dari permukaan (*outcrop*), sementara nilai tertinggi dimiliki oleh seam G dari conto hasil pemboran pada kedalaman 208,25 m.
  9. Sumberdaya batubara yang dihitung pada daerah seluas 50 ha adalah sekitar 32.792.500 ton (terunjuk). Sementara sumberdaya gas metan pada seam G yang meliputi daerah seluas 50 ha adalah sekitar 11.831.950 m<sup>3</sup> atau 417.845.314,35 scf (hipotetik).
  10. Disarankan agar dilakukan pemboran kembali di sekitar daerah penyelidikan agar kandungan gas pada seam-seam yang lainnya dapat diketahui. Sehingga diharapkan kandungan gas metan di daerahtersebut dapat dikethui secara lebih komprehensif.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Kegiatan



Gambar 2. Morfologi daerah penyelidikan

		UMUR	FORMASI	LITOLOGI	KETERANGAN
KUARTER		HOLOSEN			
		PLIOSEN			
TERSIER	PLIOSEN	ATAS	DAHOR		Batupasir kuarsa, konglomerat dan batulempung lunak.
		TENGAH			
		BAWAH			
	MIOSEN	ATAS	WARUKIN		Batupasir kuarsa dan batulempung dan dengan sisipan batubara.
		TENGAH			
		BAWAH			

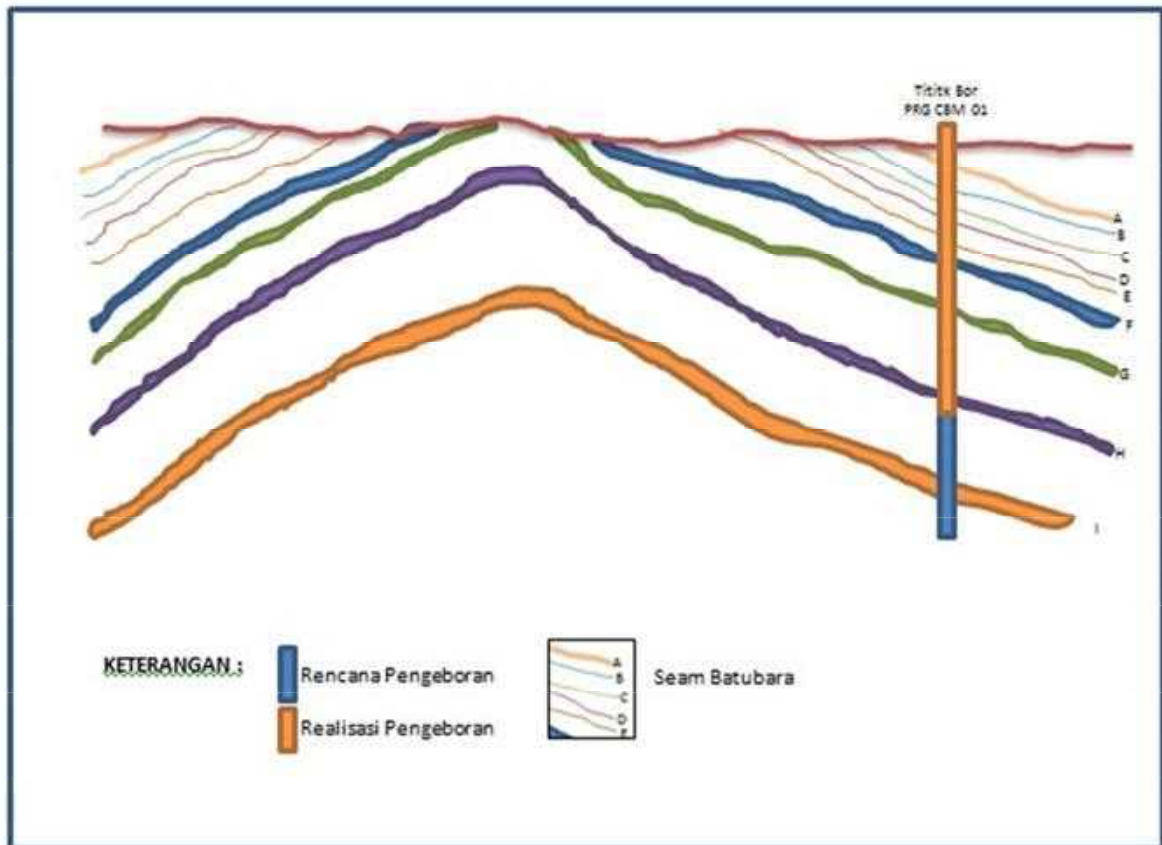
(Sumber : R. Heryanto dkk 1994)

Gambar 3. Stratigrafi daerah penyelidikan (Modifikasi dari R Heryanto, 1994)

Tabel 1. Data singkapan batubara di daerah penyelidikan

No	Lokasi	Singkapan	Lintang Selatan			Bujur Timur			Strike / Dip	Tebal	Deskripsi
			Deg	Min	Sec	Deg	Min	Sec			
1	North Paringin	Prg 01	2	17	30.30	115	29.00	34.10	N 30° E/44°	3 m	Batubara, coklat kehitaman, kilap kusam, keras, getas, terdapat resin.
2	North Paringin	Prg 02	2	17	44.80	115	29.00	32.30	N 28° E/40°	3.5 m	Batubara, coklat kehitaman, kilap kusam - terang, banded, keras, setempat terdapat resin.
3	North Paringin	Prg 03	2	17	44.60	115	29.00	32.50	N 20° E/44°	2 m	Batubara, coklat kehitaman, kilap kusam - terang, banded, keras, setempat terdapat resin.
4	North Paringin	Prg 04	2	17	32.40	115	29.00	22.90	N 30° E/80°	6 m	Batubara, hitam, kilap banded bright, keras.
5	North Paringin	Prg 05	2	17	24.00	115	29.00	27.40	N 40° E/44°	5 m	Batubara, coklat kehitaman, kilap kusam, keras, getas, resinan, jarang.
6	Paringin	Prg 06	2	17	23.90	115	29.00	27.00	-	-	Batubara, coklat kehitaman, kilap kusam - agak terang, keras.
7	Paringin	Prg 07	2	17	56.00	115	28.00	56.10	-	-	Batubara, hitam, kilap terang, getas.





Gambar 4. Ilustrasi Pengeboran di Daerah Penyelidikan

Tabel 2. Hasil Pemboran dalam di daerah penyelidikan

No	SEAM	Hasil Pengeboran		Tebal (m)	Keterangan
		Top (m)	Bottom (m)		
1	A	22.7	28.5	5.80	
2	B	40.95	42.5	1.55	
3	C	63.50	67.4	3.90	
4	D	84.00	86.3	2.30	
5	E	116.10	118.8	2.70	
6	F1	145.80	156.4	10.60	Seam F1 dan F2 Menyatu
7	F2				
8	G1	203.30	220.0	16.70	Seam G1 dan G2 Menyatu
9	G2				
10	H	296.40	303.30	6.90	Diperkirakan, karena tidak didapat core yang utuh
11	I	-	-	-	-

Tabel 3. Hasil Desorbtion Test Daerah Balangan dan Sekitarnya

No.	Canister No.	Coal Seam	Gas Content (scf/ton)	Gas Content (cu.meter/ton)	Methane from GC (%)	Methane Content (cu.meter/ton)
1	P 712 - 7	Seam G	22.00	0.62	90.84	0.57
2	P 712 - 6	Seam G	27.32	0.77	84.75	0.66
3	P 712 - 5	Seam G	38.17	1.08	77.97	0.84
4	P 712 - 12	Seam G	13.98	0.40	81.63	0.32
5	P 712 - 11	Seam G	40.53	1.15	85.92	0.99
6	P 712 - 10	Seam G	37.68	1.07	83.56	0.89
7	P 712 - 9	Seam G	48.75	1.38	86.77	1.20
8	P 712 - 8	Seam G	36.51	1.03	91.49	0.95
9	P 712 - 15	Seam G	62.54	1.77	89.43	1.58
10	P 712 - 14	Seam G	63.16	1.79	91.80	1.64
11	P 712 - 13	Seam G	52.51	1.49	82.03	1.22
12	P 712 - 18	Seam G	72.21	2.04	90.71	1.85
13	P 712 - 17	Seam G	44.54	1.26	92.58	1.17
14	P 712 - 19	Seam G	55.93	1.58	87.95	1.39
15	P 712 - 20	Seam G	48.95	1.39	86.82	1.20
16	P 712 - 21	Seam G	45.67	1.29	87.64	1.13
17	P 712 - 16	Seam G	49.53	1.40	87.18	1.22
18	P 712 - 23	Seam G	32.79	0.93	94.31	0.88

Tabel 4. Hasil Pengukuran komposisi gas Daerah Balangan dan Sekitarnya

No.	Canister No.	Lithology	Depth (m)		Composition					
			Top	Bottom	H2	O2	N2	CH4	CO	CO2
1	P 712 - 7	Seam G	206.75	207.25	0.26	0.75	8.11	90.84	-	0.04
2	P 712 - 6	Seam G	207.25	207.75	-	0.65	14.59	84.75	-	0.01
3	P 712 - 5	Seam G	207.75	208.25	-	1.20	20.83	77.97	-	-
4	P 712 - 12	Seam G	209.50	210.00	-	1.08	17.27	81.63	-	0.02
5	P 712 - 11	Seam G	210.00	210.50	-	1.77	12.22	85.92	-	0.09
6	P 712 - 10	Seam G	210.50	211.00	-	2.73	13.71	83.56	-	-
7	P 712 - 9	Seam G	211.00	211.50	-	0.87	9.33	86.77	-	3.03
8	P 712 - 8	Seam G	211.50	212.00	-	0.50	5.22	91.49	-	2.79
9	P 712 - 15	Seam G	213.80	214.30	-	0.93	9.48	89.43	-	0.16
10	P 712 - 14	Seam G	214.30	214.80	-	0.90	7.23	91.80	-	0.07
11	P 712 - 13	Seam G	214.80	215.30	-	2.54	15.43	82.02	-	0.01
12	P 712 - 18	Seam G	215.50	216.00	-	1.06	6.34	90.71	-	1.89
13	P 712 - 17	Seam G	216.10	216.60	-	0.75	6.65	92.58	-	0.02
14	P 712 - 19	Seam G	216.70	217.20	-	1.09	10.88	87.95	-	0.08
15	P 712 - 20	Seam G	217.20	217.70	-	1.91	11.25	86.82	-	0.02
16	P 712 - 21	Seam G	218.50	219.00	-	2.82	9.54	87.64	-	-
17	P 712 - 16	Seam G	219.50	220.00	-	1.48	10.76	87.18	-	0.58
18	P 712 - 23	Seam G	220.00	220.50	-	0.43	5.04	94.31	-	0.22

**Tabel 5.** Kualitas Batubara di Daerah Balangan dan sekitarnya

Jenis analisis	Unit	Basis	Kode Conto Batubara										
			P 711 Seam G (L)	P 712 Seam G (U)	P721-1 Seam F (L)	P 721-2 Seam F (L)	P722-1 Seam F (U)	P722-2 Seam F (U)	P 800 Seam A	P 811 Seam B	P 812-1 Seam C (L)	P 812-2 Sam C (U)	P 814-1 Seam E (L)
Free Moisture	%	Ar	19.33	19.97	22.34	20.70	20.47	23.68	26.55	24.87	23.60	46.50	24.91
Total Moisture	%	Ar	24.98	25.72	27.91	26.28	26.07	29.28	31.79	30.14	29.01	50.25	30.12
Moisture	%	Adb	7.00	7.19	7.17	7.04	7.04	7.34	7.14	7.01	7.08	7.00	6.96
Volatile Matter	%	Adb	45.90	47.07	45.23	46.97	47.04	43.40	45.86	44.36	46.77	46.01	47.13
Fixed Carbon	%	Adb	44.93	43.29	45.60	43.67	43.67	45.32	44.63	42.88	44.22	44.63	43.10
Ash	%	Adb	2.17	2.45	2.00	2.32	2.25	3.94	2.37	5.75	1.93	2.36	2.81
Total Sulphur	%	Adb	0.11	0.27	0.08	0.12	0.11	0.36	0.11	1.34	0.35	0.17	0.12
H G I		Adb	47	50	40	44	43	49	48	42	48	45	48
Calorific Value	Cal/gr	Adb	6534	6449	6441	6467	6491	6101	6218	6096	6463	6314	6385

Jenis analisis	Unit	Basis	Kode Conto Batubara										
			P 711 Seam G	P 712 Seam G	P721-1 Seam F (L)	P 721-2 Seam F (L)	P722-1 Seam F (U)	P722-2 Seam F (U)	P 800 Seam A	P 811 Seam B	P 812-1 Seam C (L)	P 812-2 Seam C (U)	P 814-1 Seam E (L)
Carbon	%	daf	74.06	73.84	73.70	73.59	74.01	72.37	72.24	72.48	72.79	72.27	72.96
Hydrogen	%	daf	6.11	6.08	5.92	6.14	6.10	5.58	5.67	5.74	5.94	5.79	5.96
Nitrogen	%	daf	1.26	1.24	1.37	1.37	1.34	1.49	1.59	1.54	1.37	1.61	1.52
Sulphur	%	daf	0.12	0.30	0.09	0.13	0.12	0.41	0.12	1.54	0.38	0.19	0.19
Oxygen	%	daf	18.46	18.54	18.93	18.78	18.43	20.15	20.38	18.71	19.51	20.14	19.37

Jenis analisis	Unit	Basis	Kode Conto Batubara				
			P 814-2 Seam E (U)	P 600 Seam H	PRG 01 Outcrop Seam G	PRG 03 Outcrop Seam D	PRG 05 Outcrop Seam H
Free Moisture	%	Ar	22.77	32.26	13.33	21.87	22.63
Total Moisture	%	Ar	28.11	36.94	18.04	27.39	27.75
Moisture	%	Adb	6.87	6.88	5.40	7.06	6.61
Volatile Matter	%	Adb	42.00	43.65	49.64	47.18	43.33
Fixed Carbon	%	Adb	44.62	44.30	29.78	44.07	48.69
Ash	%	Adb	6.51	5.17	15.18	1.69	1.37
Total Sulphur	%	Adb	0.30	0.11	0.15	0.14	0.21
H G I		Adb	41	41	52	42	43
Calorific Value	Cal/gr	Adb	6024	6213	5907	6145	6366

Jenis analisis	Unit	Basis	Kode Conto Batubara				
			P 814-2	P 600	PRG 01	PRG 03	PRG 05
Carbon	%	daf	72.44	73.54	74.26	71.63	72.76
Hydrogen	%	daf	5.69	5.80	7.07	5.51	5.48
Nitrogen	%	daf	1.58	1.51	1.17	1.18	0.23
Sulphur	%	daf	0.35	0.13	0.19	0.15	0.23
Oxygen	%	daf	19.94	19.02	17.31	21.52	19.93

Tabel 6. Hasil Analisa Petrografi Daerah Penyelidikan

No	No Contoh	SEAM	KOMP. MASERAL (%)			MATERIAL MINERAL (%)		
			V	I	L	CLAY	OX B	PY
1	P 711	Seam G (L)	91,1	2,1	1,7	4,8	0,3	-
2	P 712	Seam G (U)	93,5	1,6	1,4	2,3	0,4	0,8
3	P 721-1	Seam F (L)	92,1	0,9	1,1	4,2	1,7	-
4	P 721-2	Seam F (L)	89,9	3,8	1,4	4,3	0,6	-
5	P 722-1	Seam F (U)	94,2	1,7	1,2	2,6	0,3	-
6	P 722-2	Seam F (U)	95,9	0,8	1,6	1,4	0,2	0,1
7	P 800	Seam A	92,8	1,7	1,5	3,6	0,4	-
8	P 811	Seam B	90,0	1,9	2,3	5,4	0,3	0,1
9	P 812-1	Seam C (L)	87,7	1,2	2,3	7,4	1,3	0,1
10	P 812-2	Seam C (U)	92,3	0,9	2,1	4,3	0,4	-
11	P 814-1	Seam E (L)	91,9	2,6	1,3	3,4	0,7	0,1
12	P 814-2	Seam E (U)	96,6	0,9	0,7	1,4	0,3	0,1
13	P 600	Seam H	93,7	1,6	1,4	2,9	0,4	-
14	PRG 01	Seam G / Outcrop	79,4	1,7	2,6	14,8	1,4	0,1
15	PRG 02	Seam C / Outcrop	97,2	0,8	1,2	0,7	0,1	-
16	PRG 03	Seam D / Outcrop	93,6	1,4	1,7	2,9	0,4	-

Catatan : V=Vitrinit, I=Inertinit, L=Liptinit, Ox B= Oksida Besi, Prt=Pirit

**Tabel 7.** Hasil Analisis Adsorption Isotherm

No	Id Sampel	Kedalaman	Langmuir Volume (scf/t)	Langmuir Pressure (psi)	Storage Capacity (scf/t)	Keterangan
1	BLG 01	24.50 – 24.70	1423	3921	13	Seam A
2	BLG 02	64.80 – 65.10	1114	3489	30	Seam C
3	BLG 03	119.00 – 119.20	980	3202	51	Seam E
4	BLG 04	147.60 – 147.90	1117	3002	75	Seam F
5	BLG 05	205.25 – 205.45	258	833	69	Seam G
6	BLG 06	212.30 – 212.50	755	1884	107	Seam G
7	PRG 05	Outcrop	3879	11604	5	Seam H
8	P 721-1	151.40 – 152.10	396	1258	60	Seam F
9	P 712-4	208.25 – 208.75	1113	1359	205	Seam G
10	P 600	303.00 – 303.30	231	1160	64	Seam H

**Tabel 8.** Perhitungan Sumberdaya Batubara Daerah Balangan dan sekitarnya

Seam	Tebal (m)	Panjang (m)	Lebar (m)	SG (ton/m <sup>3</sup> )	Sumber daya (ton)
A	5.80	1000	500	1.30	3.770.000
B	1.55	1000	500	1.30	1.007.500
C	3.90	1000	500	1.30	2.535.000
D	2.30	1000	500	1.30	1.495.000
E	2.70	1000	500	1.30	1.755.000
F	10.60	1000	500	1.30	6.890.000
G	16.70	1000	500	1.30	10.855.000
H	6.90	1000	500	1.30	4.485.000
Total					32.792.500

## SISTEM PANAS BUMI DAERAH SIMISUH, SUMATERA BARAT DITINJAU BERDASARKAN PENDEKATAN GEOLOGI

**Mochamad Nur Hadi, ST., MT.**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi

### SARI

Kebutuhan pasokan energi di Indonesia saat ini semakin meningkat, Diperlukan terobosan baru dalam upaya memasok energi yang dilakukan oleh pemerintah. Salah satu upayanya dengan penambahan energi baru terbarukan sebagai energi baru yang ramah lingkungan. Penyelidikan geologi dilakukan untuk mengawali survei terpadu di daerah Simisuh, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat.

Sistem panas bumi Simisuh berada pada tatanan tektonik jalur magmatik Sumatera bagian Barat dengan lingkungan vulkanik. Secara geologi, batuan di daerah Simisuh didominasi oleh batuan Vulkanik yang menindih batuan Sedimen Tersier dan Metamorf Pra-Tersier. Pembentukan sistem panas bumi di daerah Simisuh erat kaitannya dengan aktivitas tektonik yang searah dengan pola sesar Sumatera.

Manifestasi berupa air panas dengan temperatur 69,7 °C, pH netral, dan alterasi argilik. Diperkirakan sumber panas berasal dari batuan vulkanik Kuartar yang berumur Plistosen produk lava Talago. Sebagai indentifikasi awal batuan penudung diduga berasal dari proses alterasi mineral lempung yang tersebar di sekitar air panas.

Kata Kunci : panas bumi, alterasi, Simisuh

### PENDAHULUAN

Keberadaan sistem panas bumi di Sumatera tersebar di hampir seluruh jalur sabuk vulkanik sepanjang Sumatera Bagian barat hingga Jawa bagian Selatan. Salah satu yang menarik dalam kaitannya dengan rencana pengembangan kelistrikan nasional berdasarkan ketersediaan potensi energy non fosil berada di daerah Simisuh, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat.

Berdasarkan informasi dari pemerintah daerah dan ditindaklanjuti oleh

penelitian kepanasbumian di sekitar Sumatera Barat maka tim survei melakukan penelitiannya di daerah Simisuh (Gambar 1). Adapun tujuan dari penelitian ini tentunya untuk menambah wilayah kerja pertambangan panas bumi di Indonesia. Untuk mewujudkannya maka dilakukan survei geologi untuk mengetahui kondisi dan tetanan tektonik yang berkaitan dengan pembentukan system panas bumi disana.

Beberapa metoda yang dilakukan tim geologi meliputi analisis citra dan topografi, pengamatan di lapangan, studi

alterasi dan batuan serta pemetaan geologi, struktur hingga pendugaan sumber panas dari sistem panas bumi Simisuh.

## HASIL PENELITIAN

### Morfologi

Geomorfologi di daerah penelitian dikelompokkan menjadi 6 satuan, yaitu geomorfologi perbukitan terlipatkan berlereng curam, perbukitan struktural berlereng terjal, perbukitan denudasi bergelombang sedang, perbukitan denudasi bergelombang lemah, perbukitan vulkanik terisolasi dan dataran alluvium. (gambar 2)

### Stratigrafi

Stratigrafi di daerah penelitian disusun berdasarkan kaidah sandi stratigrafi Indonesia tidak resmi dengan menggunakan prinsip litostratigrafi dan vulkanostratigrafi. Pembagian satuan batuan dikelompokkan menjadi 21 satuan. Batuan tertua berdasarkan kesebandingan regional (Lembar Lubuk Sikaping, P3G oleh Rock dkk., 1983) berumur Permian berupa batuan metamorfik dengan jenis batusabak yang menempati bagian tenggara daerah survei. Batuan pra-Tersier terdiri dari satuan batusabak, metagamping, granit Muaracubadak, ultrabasa Pasaman, granit Sitombol. Batuan Tersier dibagi menjadi satuan batuan batupasir-konglomerat, batupasir, granit Silungkang, lava

(Durianpanjang, Silagun, Sapunan, Lokapah, Saligaro, breksi Lubukaro dan Sibadur, Cancang, Tampang). Batuan vulkanik Kuartar diperkirakan berupa lava Talangbiru dan Aircampur. Produk terakhir berupa endapan alluvium yang mengisi bagian tengah pada morfologi pedataran. (Gambar 3)

### Satuan Batusabak

Satuan batusabak tersebar di sisi selatan dari perbukitan bagian timur. warna hitam keabu-abuan, kilap tanah, tekstur ukuran butir lempung-pasir sangat halus, sortasi baik, kemas tertutup, struktur foliasi dengan arah relatif N 240° E/25°. Umur batuan diperkirakan berumur Pra-Tersier (kesebandingan Regional). Kondisi singkapan cukup baik, berupa tebing hasil eskavasi alat berat. Satuan ini merupakan batuan dasar yang menyusun graben Rao bagian timur dan merupakan batuan tertua yang ada di lokasi survei. Batusabak telah mengalami proses deformasi yang kuat, dibuktikan dengan banyaknya rekahan yang telah terisi oleh mineral kuarsa dalam jumlah yang intensif.

### Satuan metagamping

Penyebaran satuan metagamping tersebar di sisi selatan areal kerja, tersebar di sisi timur dari perbukitan bagian barat. Luas penyebaran satuan ini meliputi 3 km<sup>2</sup>. Satuan metagamping tersusun atas 2 anggota litologi, batugamping kristalin (a), warna kuning

cerah keabu-abuan, tekstur kristalin, ukuran butir pasir kasar- pasir sedang, struktur masif. Kondisi singkapan berupa bukit landai dengan kenampakan batugamping yang menjadi bongkah-bongkah besar. . Struktur geologi terdapat kekar-kekar yang cukup intensif dan terisi oleh urat karbonat. Umur satuan diperkirakan Pra-Tersier.

#### Satuan Intrusi Granit Muaracubadak

Penyebaran satuan ini pada bagian utara, granit memiliki warna merah kecoklat-coklatan, tekstur granular, ukuran kristal kasar- sangat kasar, struktur masif, komposisi kuarsa, ortoklas, biotit, struktur geologi kekar yang sangat intensif dan terisi oleh urat kalsit/ karbonat, pada urat terdapat pengkayaan mineral logam seperti pirit/kalkopirit, serta bijih besi. Terdapat juga bidang breksiasi sesar dengan bidang N 105°E/60°. Satuan granit Muaracubadak ini diperkirakan berumur pra-Tersier.

#### Satuan Batuan Ultramafik Pasaman

Satuan ini terlampar dibagian tengah pada sisi perbukitan bagian barat. Singkapan peridotit lapukan dengan warna merah keungu-unguan hingga warna hijau tua, tekstur faneritik dengan mineral olivin, plagioklas, piroksen, serpentin. Tekstur dan struktur tidak dapat teramati, singkapan batuan ultramafik ini menunjukkan kekar yang sangat intensif.

#### Satuan Intrusi Granit Silingkang

Satuan ini terlampar pada bagian selatan areal kerja pada bagian tengah. Granit yg tersingkap berupa singkapan granit dengan tekstur granular, ukuran kristal 2-5 mm, struktur masif, komposisi kuarsa, ortoklas, hornblenda (?). Kondisi singkapan granit telah mengalami pelapukan mengulit-bawang, dengan kondisi kristal yang telah lepas-lepas (*loose*). Satuan granit Silungkang ini diperkirakan berumur pra-Tersier akhir.

#### Satuan Batupasir Rao

Satuan ini tersusun atas 3 anggota satuan. Umur satuan ini diperkirakan terbentuk pada saat Miosen Awal. Anggota satuan ini terdiri atas:

Satuan batupasir konglomerat, singkapan batupasir yang nampak pada tebing tepi jalan tampak *fresh* dengan sedikit oksidasi sehingga warna coklat kemerah-merahan. Tekstur sortasi baik, kemas terbuka, ukuran butir fragmen pasir kasar-kerakal, matriks pasir sedang-halus, komposisi batupasir konglomeratan tersusun atas fragmen kuarsa, feldspar dan litik. Struktur sedimen gradasi, perlapisan, silang siur *trough*. Singkapan nampak kompak walaupun mengalami struktur kekar.

Satuan batupasir kuarsa ini tersebar di sisi utara singkapan berlapis dengan urutan dari bawah ke atas breksi piroklastik, batupasir sisipan tuf, batulempung, batupasir kuarsa berukuran kerakal.

Satuan konglomerat ini tersebar pada



bagian tengah areal kerja . Singkapan ideal pada satuan ini pada singkapan di SM-20 dimana konglomerat menggerus piroklastik.

#### Satuan Batuan Vulkanik

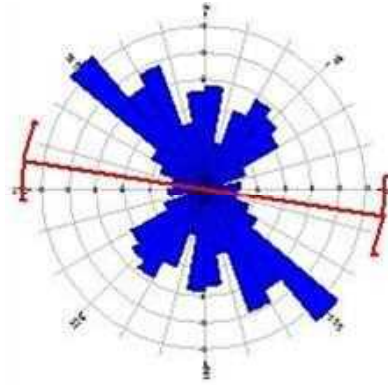
Kemunculan batuan vulkanik di daerah ini sangat banyak dan tersebar hampir diseluruh areal, dengan didominasi pada sisi barat areal. Terdapat 11 satuan batuan vulkanik di daerah ini seperti Lava Saligaro, Lava Lokapah, Lava Sibadur, Lava Kapunan, Lava Durianpanjang, Breksi Lubukaro, Lava Saligun, Lava Simaropen, Lava Gangcang, yang berjenis lava andesit serta Lava Tampang dan Talang yang berjenis basaltis. Perkiraan satuan-satuan batuan vulkanik ini berumur Miosen Tengah hingga Awal Kuartar.

#### Struktur Geologi

Tektonisme yang terbentuk di daerah survei telah berlangsung sejak Pra – Tersier sebelum Pulau Sumatera berarah barat laut – tenggara seperti saat ini. Perkembangan tektonik dan struktur geologi pada Pra – Tersier tersusun oleh pola – pola yang berarah utara – selatan yang kemudian berubah arah seiring dengan terjadinya proses tumbukan antara India ke Asia dan mengaktifkan sesar Sumatera hingga saat ini.

Data kelurusan yang diambil dari analisis *landsat* dan topografi Digital Elevation Mode dalam bentuk *rose* diagram menunjukkan pola dan arah

sesar didominasi oleh tegasan yang berarah barat laut – tenggara kemudian barat daya – timur laut dan utara – selatan.



Gambar Diagram *rose* yang menunjukkan dominasi arah tegasan

Hasil analisa pola kerapatan sesar dan rekahan dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kerapatan berdasarkan panjang, intensitas dan *intersection* yang kemudian digabungkan ketiganya menjadi peta analisis *fracture and fault density* (FFD). (Gambar 4)

Kompilasi analisis kelurusan menunjukkan terdapat pola anomali yang ditunjukkan oleh warna kuning hingga kemerahan di bagian utara disekitar Lubukaro. Daerah tersebut diduga sebagai daerah yang memiliki intensitas rekahan paling tinggi dibanding daerah lain yang bisa berfungsi sebagai tempat akumulasi fluida di kedalaman.

Analisa struktur di lapangan ditunjukkan oleh data cermin sesar, gawir, kelurusan topografi dan juga sungai serta kekar dan kelurusan manifestasi. Dari data lapangan tersebut dilakukan

pengelompokan sesuai arah tegasan sesar yaitu sesar dengan arah barat laut – tenggara, barat daya – timur laut dan barat – timur.

### Manifestasi

Kenampakan gejala panas bumi di daerah Simisuh berupa mata air panas yang pemunculannya tersebar di delapan lokasi serta batuan ubahan yang tersebar di empat lokasi. Secara umum pemunculan mata air panas terletak pada dua Kecamatan, yakni di daerah Kecamatan Rao terdapat mata air panas Simisuh (55 °C), air panas Simaroken (67 °C), air panas Kapunan (70 °C) dan air panas Pancahan (60 °C) dan di daerah Kecamatan Rao Selatan terdapat air panas Kubusung kai (62 °C), air panas Beringin 1 (41 °C), air panas Beringin 2 (51 °C), air panas Basung (64 °C). Sedangkan air panas yang berlokasi di luar Simisuh, adalah air panas Panti (92 °C) yang sudah dijadikan Objek Wisata Pemandian Air Panas (Air Panas Rimbo Panti). (Gambar 5)

Alterasi yang ditemukan di sekitar lokasi penelitian berupa batuan yang telah berubah menjadi lempung dijumpai di empat lokasi, yaitu di sekitar air panas Simisuh berupa montmorilonit, di sekitar Muaracubadak pada batuan granit berupa kaolinit, di sekitar Sungai Tingkarang pada batuan ultrabasa berupa montmorilonit dan di sekitar Sungai Beringin berupa oksida keunguan dan kaolinit.

## PEMBAHASAN

### Sejarah Geologi

Daerah Rao dan sekitarnya berada pada tatanan tektonik busur magmatik yang tersusun oleh batuan Pra Tersier berupa Granit dan batuan malihan (batusabak dan metagamping) sebagai batuan alas yang mendasari graben Rao. Pada periode Oligo-Miosen mulai terbentuk pengendapan sedimen dan terlipatnya batuan alas membentuk jajaran bukit barisan di bagian barat yang disertai kegiatan tektonik berupa sistem sesar merencong dalam bentuk graben Rao. Pola tersebut membatasi antar bagian endapan sedimen di bagian barat dan batuan beku di bagian timur daerah survei.

Pada Periode Miosen – Pliosen terjadi aktifitas magmatisme yang menghasilkan produk batuan vulkanik Tersier yang melampar di bagian timur daerah survei menerobos batuan alas (granitik) yang berumur lebih tua. Produk vulkanik dapat dikenali berupa lava andesit – basal dan breksi. Produk vulkanik Tersier ditunjukkan oleh satuan lava Durianpanjang, Kapunan, Saligaro, Saligun, dan Cancang. Pusat erupsi untuk masing – masing satuan sangat sulit untuk dikenali karena telah mengalami proses eksogen berupa erosi dan penghancuran akibat tektonik. Pembentukan batuan vulkanik terus berlangsung hingga periode Pliosen – Plistosen berupa kubah lava andesit bukit

Talangbiru. Hasil pentarikan umur batuan menunjukkan umur Plistosen ( $0,2 \pm 0,1$  Juta tahun lalu).

Proses eksogen masih terus berlangsung hingga saat ini yang menghasilkan produk alluvium yang mengisi dataran Graben Rao.

### Sistem Panas Bumi

Sistem panas bumi Simisuh berada pada sistem vulkano-tekonik di wilayah Sumatera bagian barat. Hal tersebut didasarkan oleh letak sistem panas bumi Simisuh yang berada diantara lingkungan batuan vulkanik Tersier – Kuartar yang berbatasan dengan sistem sesar sumatera segmen Rao. Aktivitas hidrotermal telah terbentuk sejak Tersier, hal ini ditunjukkan oleh terbentuknya mineral – mineral alterasi pada batuan seperti epidot hingga montmorilonit dengan rentang temperatur pembentukan yang cukup panjang. Produk vulkanik termuda Talangbiru diduga sebagai pensuplai panas pada sistem panas bumi Simisuh. Letak manifestasi panas bumi pada sistem ini secara umum berada pada Zona Sesar Sumatera pada Graben Rao bagian barat. munculnya manifestasi selain berhubungan dengan sesar sumatera juga dikarenakan berada pada daerah bukaan yang membentuk daerah permeable akibat pola perubahan arah sesar sumatera dan juga perpotongan antara sesar utama dan sesar antitetiknya. Batuan permeabel diduga berada pada batuan granitik maupun lava

Tersier, sedangkan untuk batuan penudung diduga akibat pembentukan mineral lempung dari ubahan lava. (gambar 6).

### KESIMPULAN

Lokasi penyelidikan sistem panas bumi Simisuh berada pada lingkungan vulkanik dan tektonik pada busur magmatik Sumatera bagian barat, kehadiran menifestasi dikontrol oleh struktur geologi yang umumnya berpola Baratlaut – Tenggara berupa sesar mendatar dekstral kemudian terbentuk pola yang berlawanan baratdaya-timurlaut . Anomali kerapatan struktur berada di sekitar air panas Simisuh dan bagian utaranya. Sesar Simaroken memfasilitasi munculnya air panas Simisuh, Simaroken dan Pancahan hingga ke air panas Beringin.

Sumber panas berasal dari aktifitas sisa pembentukan lava Talangbiru dan batuan alterasi yang terbentuk di sekitar air panas termasuk zona argilik, yang diduga sebagai batuan penudung.

### DAFTAR PUSTAKA

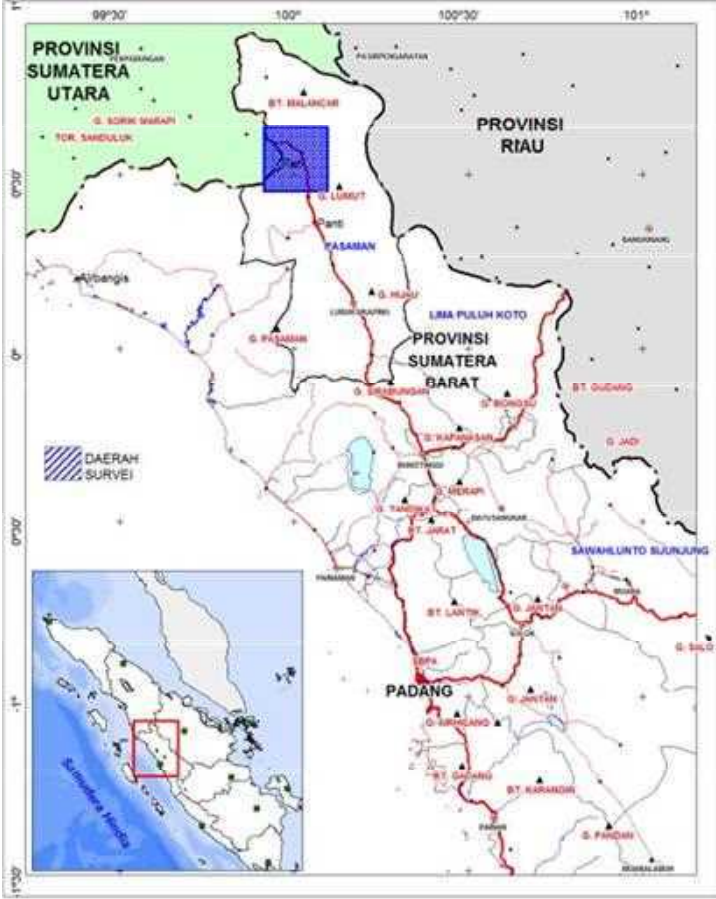
- Akbar, N dkk (1972)**, Inventarisasi dan penyelidikan pendahuluan terhadap gejala-gejala panas bumi di daerah Sumatera Barat.
- Bemmelen, R.W. Van (1949)**, dalam bukunya *The Geology of Indonesia*

**Lawless, J., 1995,** *Guidebook: An Introduction to Geothermal System*, Short course. Unocal Ltd, Jakarta.

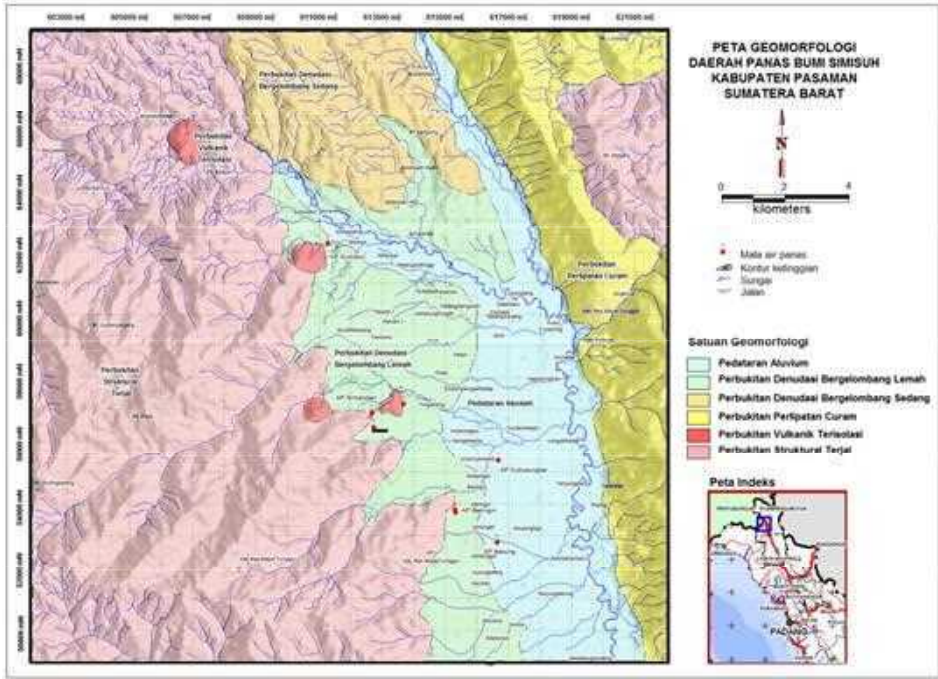
**Mahon K., Ellis, A.J., 1977,** *Chemistry and Geothermal System*, Academic Press Inc, Orlando.

**Rock, N.M.S dkk., cetakan kedua tahun 2011,** Geologi Lembar Lubuksikaping, Sumatera, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

**Tim Survei Terpadu, 2007,** Penyelidikan Panas Bumi Terpadu Daerah Panas Bumi Bonjol, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat, Badan Geologi, Pusat Sumber Daya Geologi.

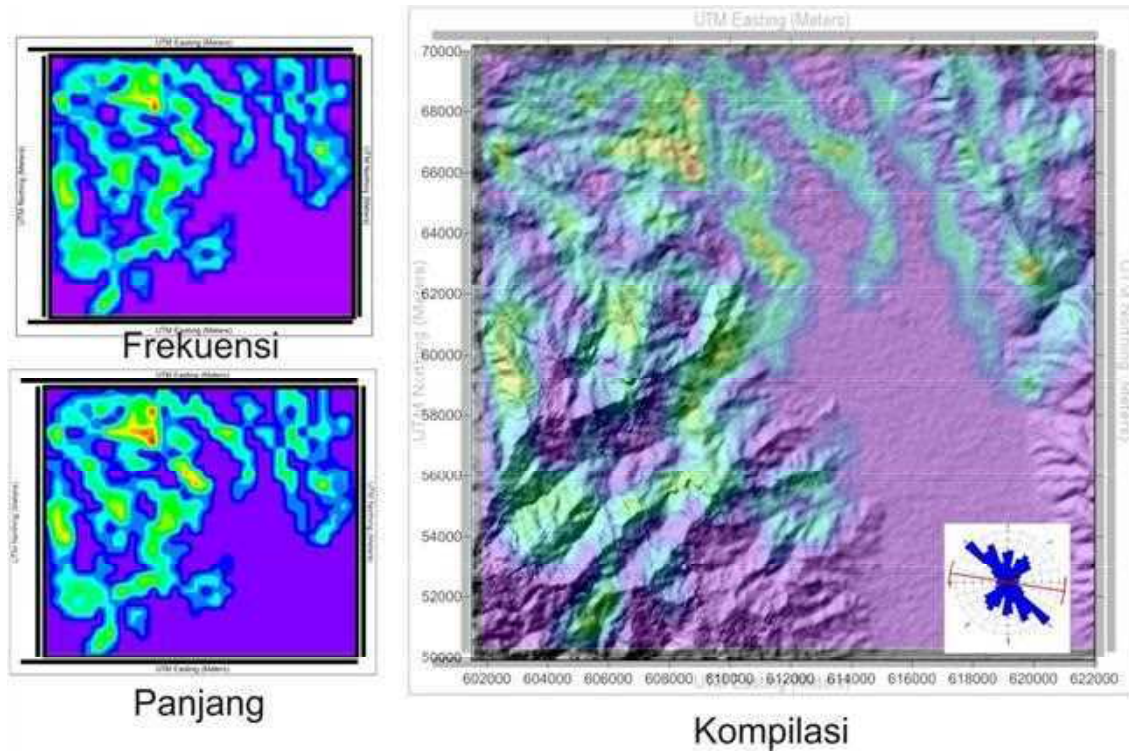


Gambar 1. Peta Indeks



Gambar 2. Peta geomorfologi

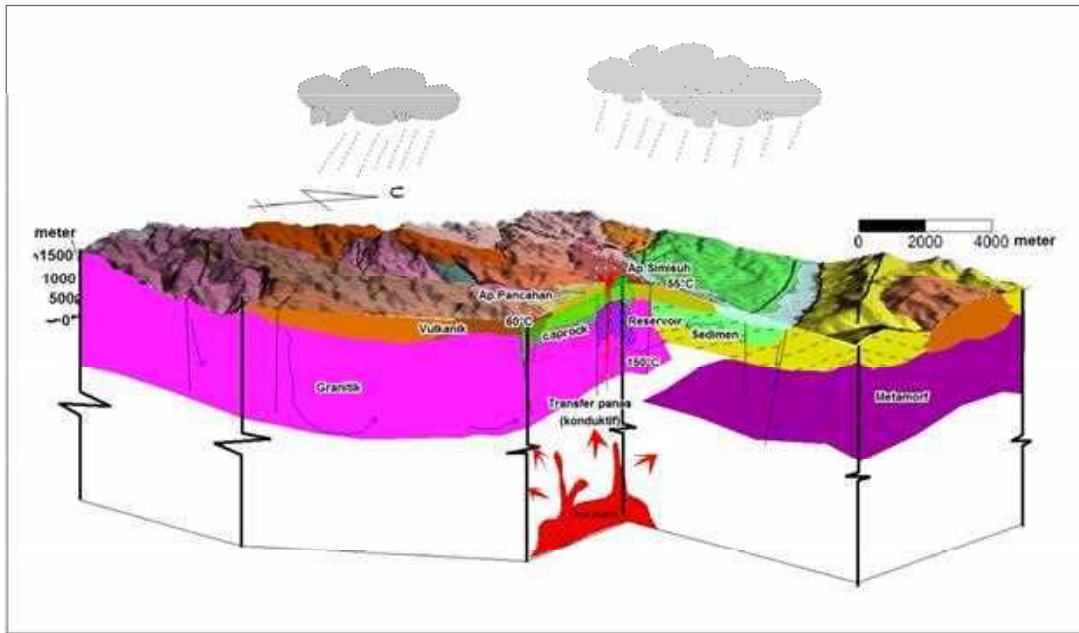




Gambar 4. Analisis fracture and fault density



Gambar 5. Sebaran manifestasi



Gambar 6. Model tentatif sistem panas bumi Simisuh



## PENGEBORAN LANDAIAN SUHU BUKIT KILI - GUNUNG TALANG

Yuanno Rezky, Arif Munandar, Dedi Djukardi

Kelompok Program Penelitian Panas Bumi

### SARI

Pengeboran landaian suhu Bukit Kili - Gunung Talang dilakukan sebagai tindak lanjut hasil Penyelidikan Terpadu (Geologi, Geokimia, dan Geofisika) yang telah dilakukan sebelumnya pada tahun 2003-2004, serta pengukuran MT pada tahun 2011. Setelah dievaluasi secara menyeluruh memberikan perkiraan potensi panas bumi di daerah tersebut sekitar 90 MWe (cadangan terduga), dengan perkiraan luas daerah prospek sekitar 25 Km<sup>2</sup> dan temperatur reservoir sekitar 219°C (entalpi sedang-tinggi).

Batuan penyusun sumur landaian suhu TLG-1 mulai dari permukaan hingga kedalaman akhir (503,35 m) disusun oleh batuan vulkanik berupa perselingan breksi tufa, dan andesit serta sisipan tufa dengan dominasi batuan breksi tufa yang diduga sebagai produk aliran piroklastik dari Gunung Talang. Pada umumnya batuan di sumur TLG-1 belum dipengaruhi oleh proses hidrotermal, hal ini diperlihatkan oleh intensitas ubahan yang hanya di beberapa interval kedalaman saja dijumpai dengan intensitas lemah, pada kedalaman 16 m - 70 m, kemudian 118 m - 503,35 m. Intensitas ubahan bervariasi dari sangat lemah hingga lemah (SM/TM = 2 – 20%). Secara keseluruhan tipe ubahan didominasi tipe *argillic* (didominasi mineral montmorilonit, smektit) yang bersifat *overburden* dan belum berfungsi sebagai batuan penudung panas (*caprock*).

Permeabilitas dan porositas primer batuan pada sumur TLG-1 sebagian besar cukup baik, dibentuk oleh rongga antar butir pada batuan piroklastik berupa breksi tufa. Permeabilitas sekunder formasi batuan pada sumur TLG-1 dibentuk oleh intensitas rekahan, kekar dan breksiasi yang cukup tinggi pada beberapa interval kedalaman, khususnya dijumpai pada satuan lava andesit. Kemunculan kekar-kekar sebagian terisi oleh oksida besi dan kalsit, serta striasi (gores garis) pada beberapa zona. Hilang sirkulasi sebagian (*partial loss circulation*) maupun hilang sirkulasi total (*total loss circulation*) dijumpai di beberapa kedalaman, yakni hilang sirkulasi secara partial (PLC) di kedalaman 8,20 m dan terjadi hilang sirkulasi secara total (TLC) di kedalaman 83,50 m, 187,50 m, dan di kedalaman 473,35 m.

Berdasarkan temperatur formasi pada posisi kedalaman pengukuran 150 m, 300 m, dan 500 m, diperoleh landaian suhu di sumur TLG-1 dari kedalaman 425 - 475 m sebesar  $\pm 8^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  dan mulai dari kedalaman 475 m hingga 500 m sebesar  $\pm 16^{\circ}\text{C} /$

**100 m** atau sekitar 4 x landaian suhu rata-rata bumi, dengan temperatur formasi di kedalaman  $\pm$  **500 m adalah 29°C.**

## PENDAHULUAN

Penelitian kepanasbumian telah dilakukan di daerah panas bumi Bukit Kili dan sekitarnya mulai tahun 1972 oleh Direktorat Geologi, dilanjutkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi pada tahun 1995 dan Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi pada tahun 2001. Penyelidikan kepanasbumian secara terpadu dengan metode geologi, geokimia dan geofisika dilakukan oleh Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Badan Geologi tahun anggaran 2003 dan 2004. Selanjutnya penyelidikan geofisika dengan metode Magnetotellurik (MT) juga telah dilakukan pada tahun anggaran 2011.

Secara administrasi daerah panas bumi Bukit Kili - Gunung Talang termasuk ke dalam Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis, daerah survei berada pada koordinat antara 677.250 – 694.000 mT dan 9.890.700 – 9.914.000 mU pada sistem koordinat UTM WGS 84, zona 47 belahan bumi selatan (**Gambar 1**), dimana lokasi bor terletak pada posisi 684706,49 mT s.d. 9898158,17 mU dengan elevasi 820 m.

Hasil survei MT dikompilasikan dengan data geosain lainnya yang

meliputi data geologi, geokimia, dan geofisika (gaya berat, geomagnet, dan tahanan jenis DC) membentuk peta kompilasi geosain (**Gambar 2**). Berdasarkan peta kompilasi tersebut, daerah prospek panas bumi Bukit Kili - Gunung Talang berada dibagian selatan yaitu disekitar mata air panas Batu Berjangjang daerah Gunung Talang. Daerah prospek ini dibatasi oleh kontras tahanan jenis di sebelah utara dan selatannya dan dibatasi struktur geologi di sebelah barat dan timurnya. Luas daerah prospek ini sekitar 25 km<sup>2</sup>.

Estimasi potensi energi panas bumi ditentukan dengan menggunakan metode volumetrik (Lump Parameter) dengan menggunakan asumsi tebal reservoir = 1 km, *recovery factor* = 25 %, faktor konversi = 10%, dan *lifetime* = 30 tahun. Dengan luas daerah prospek terduga (A) = 25 km<sup>2</sup>, temperatur bawah permukaan 219°C (Tim Survei Terpadu, 2010), dan temperatur cut-off yang digunakan 180°C, maka potensi energi panas bumi di daerah Bukit Kili – Gunung Talang dihitung dengan menggunakan metode volumetrik, sekitar 90 MWe dan termasuk pada kelas cadangan terduga.

Pengeboran sumur landaian suhu Bukit Kili - G. Talang (*strike hole*) dilakukan dengan mesin bor tipe *Atlas*

Cop Co 14 dengan target kedalaman 500 m (**Gambar 3**). Ruang lingkup pekerjaan survei landaian suhu Bukit Kili - G. Talang Sumatera Barat meliputi kegiatan geologi sumur (*well site geology*) yang meliputi analisis/deskripsi batuan (*cutting/coring*) secara megaskopik maupun mikroskopik, dan pengukuran *logging* temperatur yang dimaksudkan untuk mengetahui temperatur (*initial temperature*) aktual formasi.

## GEOLOGI SUMUR

Litologi sumur TLG-1 dari permukaan hingga kedalaman akhir (503,35 m) berdasarkan analisis megakospis dari contoh batuan bor disusun oleh beberapa satuan batuan (**Gambar 4**), antara lain:

1) soil/aluvium, 2) Breksi Tufa (BT), dijumpai di kedalaman 3 – 31 m, 3) Breksi Tufa Terubah (BTT), dijumpai di kedalaman 31 – 70,90 m, 4) Andesit (A), dijumpai di kedalaman 70,90 – 72,20 m, 5) Breksi Tufa (BT), dijumpai di kedalaman 72,20 – 95,50 m, 6) Tufa (T), dijumpai di kedalaman 95,50 – 117 m, 7) Breksi Tufa Terubah (BTT), dijumpai di kedalaman 117 – 182,60 m, 8) Andesit Porfir (AP), dijumpai di kedalaman 182,60 – 221,10 m, 9) Breksi Tufa Terubah (BTT), dijumpai di kedalaman 221,10 - 277 m, 10) Andesit (A), dijumpai di kedalaman 277 – 318,18 m, 11) Breksi Tufa Terubah

(BTT), dijumpai di kedalaman 318,18 – 503,35 m.

Batuan telah mengalami ubahan hidrotermal, dengan mineral-mineral ubahan dalam contoh batuan secara lebih rinci dibahas sebagai berikut.

- **Mineral lempung**, (1 - 20% dari total mineral), dijumpai hampir di semua kedalaman terdiri dari jenis smektit dan montmorilonit. Berwarna abu-abu keputih-putihan dan sedikit kehijauan. Kehadiran mineral lempung ini terutama sebagai hasil proses argilitisasi terhadap mineral primer (plagioklas, piroksen, hornblende?) dan gelas vulkanik.
- **Oksida besi**, (2 – 5% dari total mineral), dijumpai hampir di semua kedalaman. Berwarna coklat, sedikit kekuningan, kemerahan. Kadang terdapat pada bagian pinggir fragmen dan mengisi rongga/rekahan di batuan. Hadir sebagai hasil ubahan dari mineral piroksen, plagioklas, dan gelas vulkanik.
- **Klorit** (2 % dari total mineral), dijumpai hanya pada interval kedalaman 16 – 30 m, dalam jumlah sedikit, berwarna kehijauan, hadir mengisi urat-urat halus dan rongga-rongga batuan.
- **Kalsit** (2 % dari total mineral), dijumpai hanya pada interval kedalaman 21 – 53 m dan pada interval 277 m - 318 m. berwarna

putih, hadir mengisi urat-urat halus dan rongga-rongga batuan.

Sebanyak 10 conto batuan terpilih diambil dari sumur TLG-1 yang selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan menggunakan metode PIMA, secara umum, mineral-mineral ubahan yang hadir didominasi oleh mineral-mineral lempung berjenis montmorilonit – alunit – haloisit - dickit, juga dijumpai zoisit, topaz, diaspor, gipsit, illit, dan nontronit di beberapa kedalaman yang berbeda

Sebanyak 17 conto batuan dipilih, yang selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan menggunakan Uji Sedimentologi Metode Keporian Dengan Merkuri. Dari hasil analisis (kedalaman 44.30 m, 66.90 m, 102.90 m, 132.90 m, 161.90 m, 175.00 m, 236.90 m, 258.45 m, 271.00 m, 325.00 m, 349.90 m, 375.65 m, 401.80 m, 424.90 m, 465.90 m, dan 484.10 m), dengan metode keporian menggunakan merkuri ini, didapatkan permeabilitas antara 0.2019 mdarcy hingga 143.2648 mdarcy, dengan nilai tertinggi didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m. Sedangkan porositas antara 20 % hingga 52 % dengan nilai tertinggi juga didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m.

Beberapa conto batuan dari sumur TLG-1 dipilih untuk selanjutnya dianalisis laboratorium dengan

menggunakan metode konduktivitas panas. Hasil dari analisis tersebut memberikan hasil konduktivitas panas berkisar antara 2,16 – 2,56 W/mK.

Kehadiran struktur geologi pada sumur pengeboran panas bumi dapat ditafsirkan dari beberapa ciri struktur seperti sifat fisik batuan (milonitisasi dan rekahan) yang dikombinasikan dengan data pengeboran seperti adanya hilang sirkulasi (total/sebagian) dan terjadinya *drilling break*.

Selama kegiatan pengeboran sumur landaian suhu TLG-1 sampai kedalaman 503,35 m, terjadi hilang sirkulasi lumpur pembilas secara partial (PLC) di kedalaman 8,20 m dan terjadi hilang sirkulasi lumpur pembilas secara total (TLC) di kedalaman 83,50 m, 187,50 m, dan di kedalaman 473,35 m. Banyak dijumpai kekar-kekar gerus, rekahan-rekahan dan breksiasi yang sebagian terisi mineral lempung, oksida besi dan kalsit.

Hasil pengukuran temperatur lumpur masuk (*T<sub>in</sub>*) dan temperatur keluar (*T<sub>out</sub>*) sumur TLG -1 adalah sebagai berikut ; (*T<sub>in</sub>*) 22.1-26.3 °C, (*T<sub>out</sub>*) 22.4-27.6 °C. dT max = 1.7 °C.

## LOGGING TEMPERATUR

Pengukuran *logging* temperatur pada lubang sumur bor TLG-1 dilakukan pada kedalaman 150, 300, dan 500 meter.

Dari pekerjaan *logging* temperatur tahap pertama dari permukaan sampai kedalaman lubang bor 150 meter, temperatur dipermukaan tanah/posisi kedalaman sama dengan nol terukur sebesar 22°C. Sedangkan pada dasar lubang bor (150 meter) terukur 20,10°C, setelah *t-logging tool* direndam selama  $\pm 8$  jam, temperatur maksimum terbaca sebesar 19,20°C. Dari data ini didapatkan landaian suhu dari kedalaman 0 - 150 m masih dibawah  $\pm 3^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  (landaian suhu rata-rata bumi) (**Gambar 5**).

Kemudian dari pekerjaan *logging* temperatur tahap kedua dari permukaan sampai kedalaman lubang bor 300 meter, temperatur dipermukaan tanah/posisi kedalaman sama dengan nol terukur sebesar 21,10°C. Sedangkan pada dasar lubang bor (300 meter) terukur 21,00°C setelah *t-logging tool* direndam selama  $\pm 8$  jam, temperatur maksimum terbaca sebesar 22,80°C. Dari data ini didapatkan landaian suhu dari kedalaman 0 - 300 m juga masih dibawah  $\pm 3^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  (landaian suhu rata-rata bumi) (**Gambar 6**).

Pengukuran *logging* temperatur terakhir dilakukan dari kedalaman 300 m sampai kedalaman lubang bor 500 meter, temperatur di kedalaman 300 m terukur sebesar 21,90°C. Sedangkan pada dasar lubang bor (500

meter) terukur 28,00°C setelah dilakukan pengukuran *logging* temperatur sebanyak 4 kali *run* dalam 4 hari, temperatur maksimum terbaca sebesar 28,90°C, atau sekitar 29°C setelah dikoreksi menggunakan metode *Horner Plot*. (**Gambar 7**). Dari data ini didapatkan landaian suhu di sumur TLG-1 dari kedalaman 425 - 475 m sebesar  $\pm 8^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  dan mulai dari kedalaman 475 m hingga 500 m sebesar  $\pm 16^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  atau sekitar 4 x landaian suhu rata-rata bumi, dengan temperatur formasi di kedalaman  $\pm 500 \text{ m}$  adalah **29°C**.

## PEMBAHASAN

Dari hasil pengeboran landaian suhu TLG-1 diketahui bahwa batuan penyusun sumur landaian suhu TLG-1 mulai dari permukaan hingga kedalaman akhir 503,35 m disusun oleh batuan vulkanik berupa piroklastik dan lava, dengan jenis batuan didominasi oleh breksi tufa dan andesit sebagai *interlayer*. Batuan secara keseluruhan belum terkena ubahan hidrotermal secara signifikan, dimana pengaruh fluida hidrotermal belum mulai terlihat, walaupun intensitas ubahan bervariasi dari lemah hingga sedang (SM/TM = 10 – 40%).

Dari hasil analisis porositas dan permeabilitas dengan metode keporian menggunakan merkuri, didapatkan

permeabilitas antara 0.2019 mdarcy hingga 143.2648 mdarcy, dengan nilai tertinggi didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m. Sedangkan porositas antara 20 % hingga 52 % dengan nilai tertinggi juga didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m. Hal ini menunjukkan bahwa porositas dan permeabilitas di sumur TLG-1 tergolong cukup tinggi, sehingga memungkinkan fluida untuk lolos dari permukaan dan mempengaruhi data logging temperatur yang terlihat tidak mengalami kenaikan (cenderung *flat*) hingga kedalaman 425 m.

Permeabilitas sekunder formasi batuan pada sumur TLG-1 dibentuk oleh intensitas rekahan, kekar, dan breksiasi yang cukup tinggi. Terlihat dari kemunculan kekar-kekar yang sebagian terisi oleh oksida besi dan sedikit kalsit, serta zona striasi (gores garis) pada beberapa zona. Pada sumur landaian suhu TLG-1 dijumpai beberapa kali hilang sirkulasi sebagian (*partial loss circulation*) maupun hilang sirkulasi total (*total loss circulation*), yakni mulai terjadi hilang sirkulasi lumpur pembilas secara partial (PLC) di kedalaman 8,20 m dan terjadi hilang sirkulasi lumpur pembilas secara total (TLC) di kedalaman 83,50 m, 187,50 m, dan di kedalaman 473,35 m. PLC dan TLC ini diduga disebabkan oleh permeabilitas sekunder berupa rekahan, pengekar hingga breksiasi pada satuan lava dan permeabilitas

primer yang cukup tinggi berupa rongga antar butir pada batuan piroklastik di interval kedalaman tersebut.

Secara umum, mineral-mineral ubahan yang hadir didominasi oleh mineral-mineral lempung berjenis montmorilonit – alunit – haloisit - dickit, juga dijumpai zoisit, topaz, diaspor, gipsit, illit, dan nontronit di beberapa kedalaman yang berbeda. Secara keseluruhan litologi sumur landaian suhu TLG -1 mulai dari kedalaman 118 m - 503,35 m secara umum mengalami ubahan hidrotermal dengan tipe ubahan derajat rendah (lemah) didominasi tipe *argillic* (didominasi mineral lempungan) yang bersifat *overburden* dan belum berfungsi sebagai batuan penudung panas (*caprock*).

Hadirnya mineral-mineral ubahan dengan intensitas rendah di sumur TLG-1 hingga kedalaman akhir ini, mendukung data survei terpadu sebelumnya, yang menunjukkan bahwa di kedalaman tersebut lapisan batuan masih belum memiliki tahanan jenis rendah (*low resistivity*) dimana zona tahanan jenis rendah terdeteksi di kedalaman 700 m - 1500 m.

Berdasarkan temperatur formasi pada posisi kedalaman pengukuran 475 - 500 m, diperoleh harga *thermal gradient* (landaian suhu) sebesar **16°C/100 meter (Gambar 8)** atau sekitar empat (4) kali gradien rata-rata bumi ( $\pm 3^\circ\text{C}$  per 100 m). Konduktivitas

panas (*thermal conductivity*) pada batuan dasar lubang sebesar 2,56 W/mK. Dengan didukung porositas dan permeabilitas yang juga cukup tinggi, sumur TLG-1 memiliki potensi panas bumi yang cukup baik. Namun, kedalaman sumur belum cukup dalam untuk mendapatkan nilai landaian suhu yang baru didapatkan dari kedalaman 475 m - 500 m (hanya 25 meter). Perlu data tambahan dengan memperdalam sumur bor guna mengkonfirmasi data landaian suhu tersebut.

Dari data yang didapatkan, jika perkiraan top reservoir di daerah panas bumi Bukit Kili - Gunung Talang berada di kedalaman sekitar 1500 m (hasil survei MT, 2011) dan gradien diasumsikan linier pada sumur TLG-1, maka temperatur formasi di kedalaman tersebut sekitar **189 °C**. Atau jika perkiraan temperatur reservoir adalah sebesar 219°C (hasil survei terpadu, 2003), maka reservoir pada titik pengeboran ini berada pada kedalaman **1700 m**.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan dapat dibuat mengenai kepanas-bumian di daerah penyelidikan, yaitu, sbb:

- Sumur landaian suhu TLG-1 ini mempunyai kedalaman akhir 503,35 m, berada di lingkungan vulkanik aktif.

- Hasil analisis PIMA menunjukkan mineral-mineral ubahan pada batuan penyusun sumur TLG-1 didominasi oleh mineral-mineral lempung berjenis montmorilonit – alunit – haloisit - dickit, juga dijumpai zoisit, topaz, diaspor, gipsit, illit, dan nontronit di beberapa kedalaman yang berbeda. Secara keseluruhan litologi sumur landaian suhu TLG -1 mulai dari kedalaman 118 m - 503,35 m telah mengalami ubahan hidrotermal dengan tipe ubahan didominasi tipe *argillic* (didominasi mineral montmorilonit, smektit) yang bersifat *overburden* dan belum berfungsi sebagai batuan penutup panas (*caprock*).
- Dari hasil analisis petrofisik dengan metode keporian menggunakan merkuri ini, didapatkan permeabilitas antara 0.2019 mdarcy hingga 143.2648 mdarcy, dengan nilai tertinggi didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m. Sedangkan porositas antara 20 % hingga 52 % dengan nilai tertinggi juga didapatkan dari conto inti bor di kedalaman 161.90 m.
- Hasil pengukuran temperatur lumpur masuk (*T<sub>in</sub>*) dan temperatur keluar (*T<sub>out</sub>*) sumur TLG -1 memiliki  $dT_{max} = 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- *Initial Temperature* (temperatur formasi) di kedalaman 150 m sebesar 20,1°C dan di kedalaman

300 m sebesar 22.8°C. Dari data ini didapatkan landaian suhu dari kedalaman 0 - 300 m masih dibawah  $\pm 3^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  (landaian suhu rata-rata bumi).

- Pengukuran *logging* temperatur yang dilakukan dari kedalaman 300 m sampai dasar lubang bor 500 meter didapatkan landaian suhu di sumur TLG-1 dari kedalaman kedalaman 300 - 425 m masih dibawah  $\pm 3^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$ , baru setelah kedalaman 425 - 475 m ada kenaikan landaian suhu, yakni sebesar  $\pm 8^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  dan mulai dari kedalaman 475 m hingga 500 m sebesar  $\pm 16^{\circ}\text{C} / 100 \text{ m}$  atau sekitar 4 x landaian suhu rata-rata bumi, dengan temperatur formasi di kedalaman  $\pm 500 \text{ m}$  adalah  $29^{\circ}\text{C}$ .

Untuk pengembangan daerah panas bumi Bukit Kili – Gunung Talang di masa mendatang, disarankan untuk melakukan pengeboran eksplorasi dengan target kedalaman 2000 – 2500 m, serta pengeboran landaian suhu di beberapa titik dengan target kedalaman 750 – 1000 m.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim Pengeboran Landaian Suhu TLG-1 BUKIT Kili – Gunung Talang, Kelompok Penelitian Panas Bumi, Pusat Sumber Daya

Geologi yang telah banyak membantu dalam proses penyelidikan hingga terselesaikannya tulisan ini. Serta kepada Pemerintah Kabupaten Solok, Dinas ESDM Solok, serta seluruh instansi terkait yang telah memberikan dukungan dan bantuannya dalam proses pengeboran landaian suhu daerah Bukit Kili – Gunung Talang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., 1972.** Inventarisasi dan Penyelidikan Pendahuluan terhadap gejala-gejala Panas bumi di daerah Sumatera Barat, Direktorat Geologi.
- Badan Geologi, 2010.,** Status Potensi Panas Bumi Indonesia Tahun 2010.
- Bemmelen, van R.W., 1949.** “*The Geology of Indonesia*”. Vol. I A. The Hague. Netherlands.
- Kholid M dkk, 2011.,** Survei Magnetotellurik daerah Panas Bumi Bukit Kili-Gunung Talang Lapangan Panas Bumi Bukit Kili-Gunung Talang, Provinsi Sumatera Barat, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Purbawinata, M.A., dkk., 2001,** Laporan Penyelidikan Peningkatan Kegiatan G. Talang, Kab. Solok, Sumatera Barat, Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Bandung.



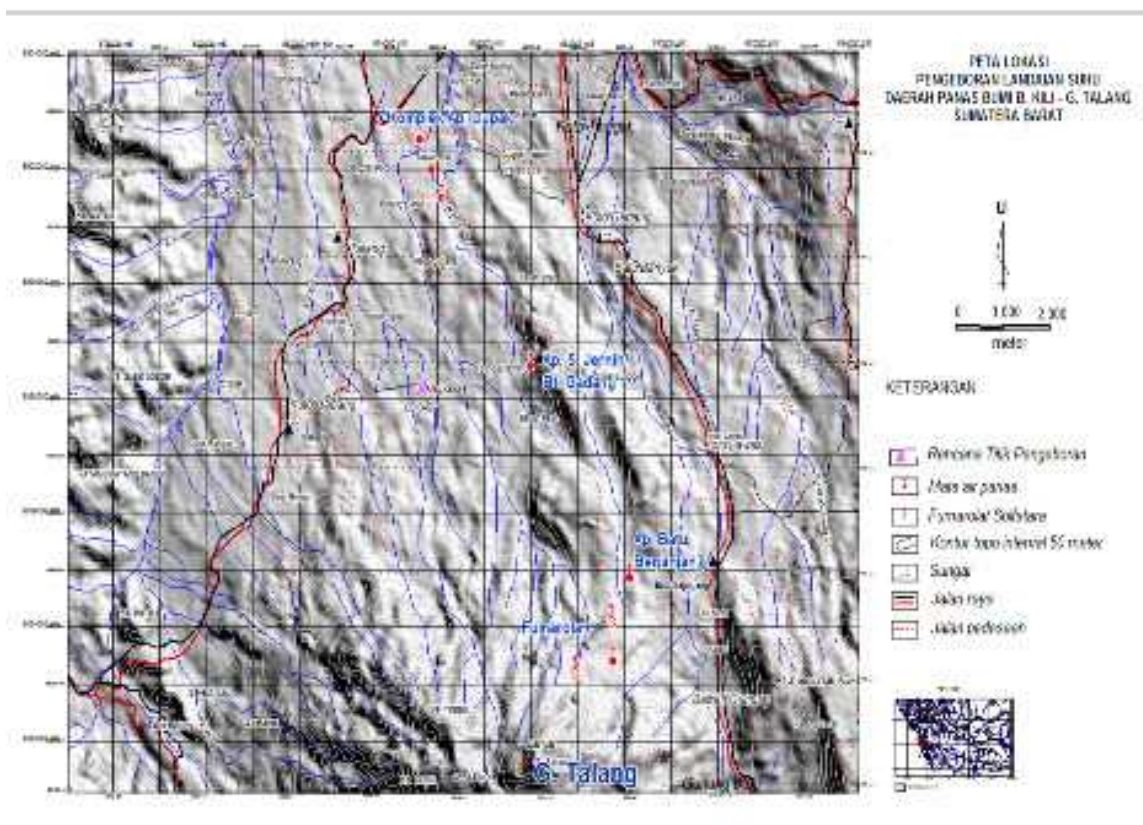
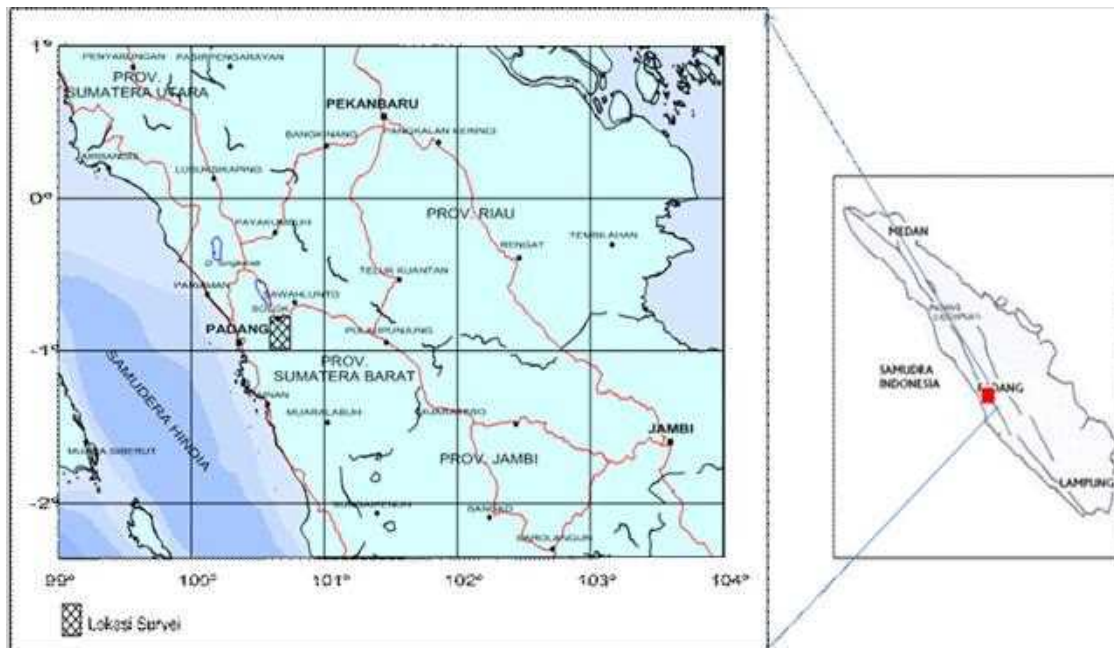
**Rodi, W. & Mackie, R.L., 2001.**  
Nonlinear conjugate gradients  
algorithm for 2-D magnetotelluric  
inversions, *Geophysics*, 66, 174–  
187.

**Silitonga dan Kastowo., 1995**, edisi 2,  
Peta Geologi Lembar Solok,  
Sumatera Barat Skala  
1:250.000. Pusat Penelitian dan  
Pengembangan Geologi.  
Bandung.

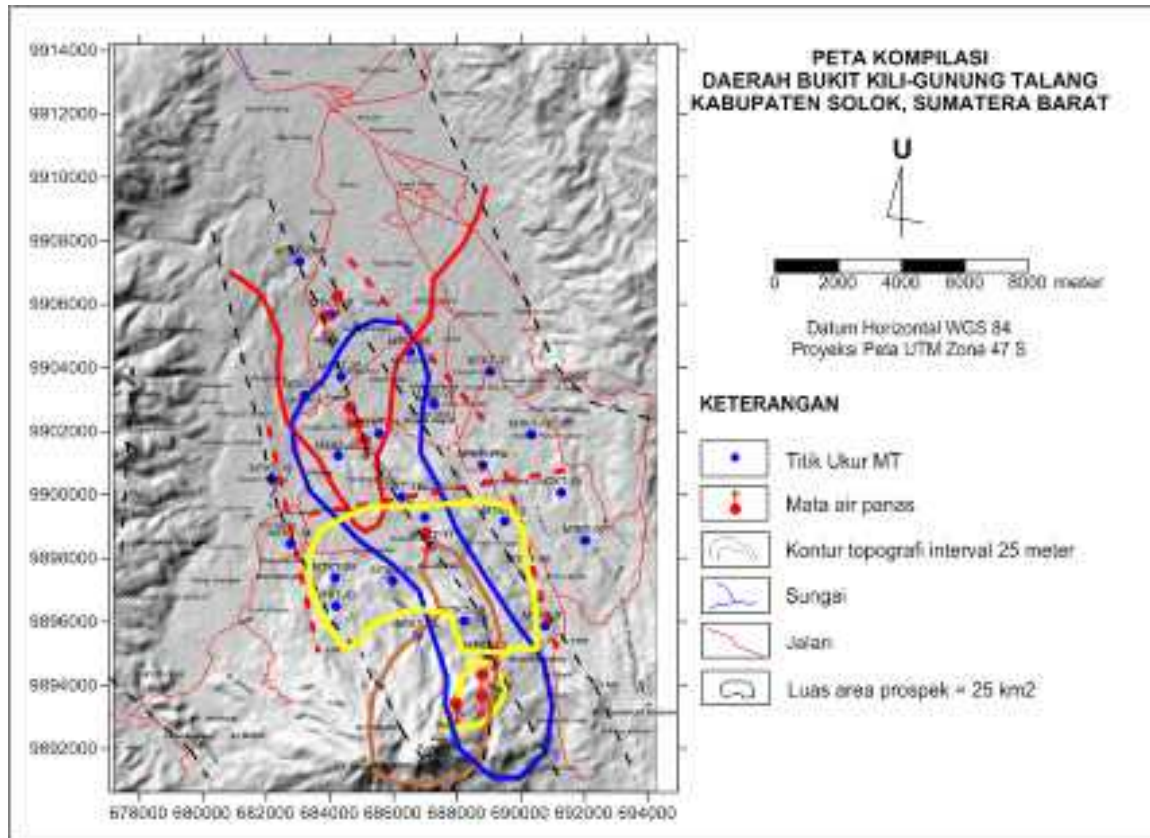
**Tim Survei Terpadu, 2003**,  
Penyelidikan terpadu geologi,  
geokimia dan geofisika daerah

panas bumi Gunung Talang,  
Kabupaten Solok-Sumatera  
Barat. Dit. Inventarisasi Sumber  
Daya Mineral. Laporan.

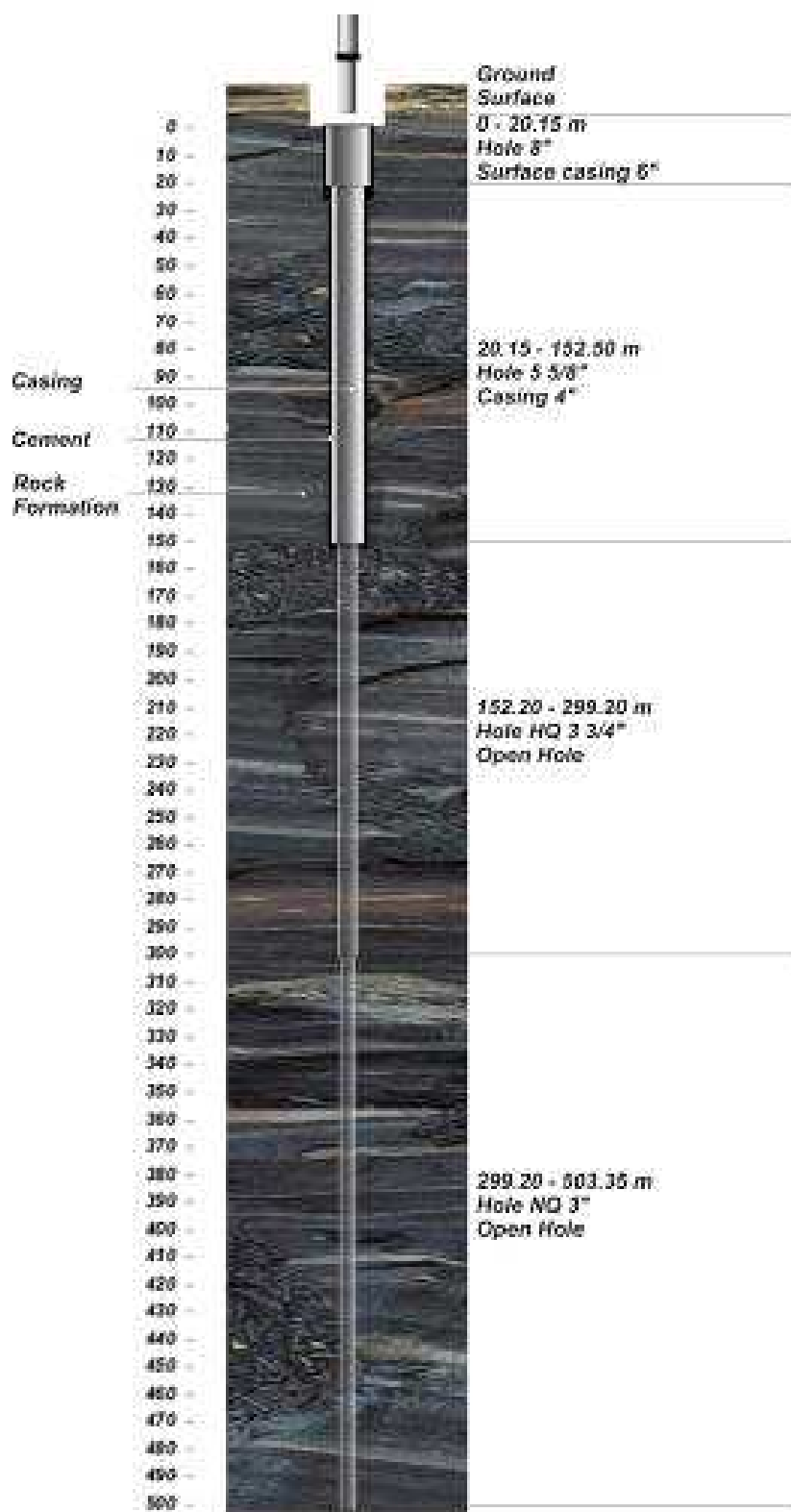
**Tim Survei Terpadu, 2004**,  
Penyelidikan terpadu geologi,  
geokimia dan geofisika daerah  
panas bumi Bukit Kili, Kabupaten  
Solok-Sumatera Barat. Dit.  
Inventarisasi Sumber Daya  
Mineral. Laporan.



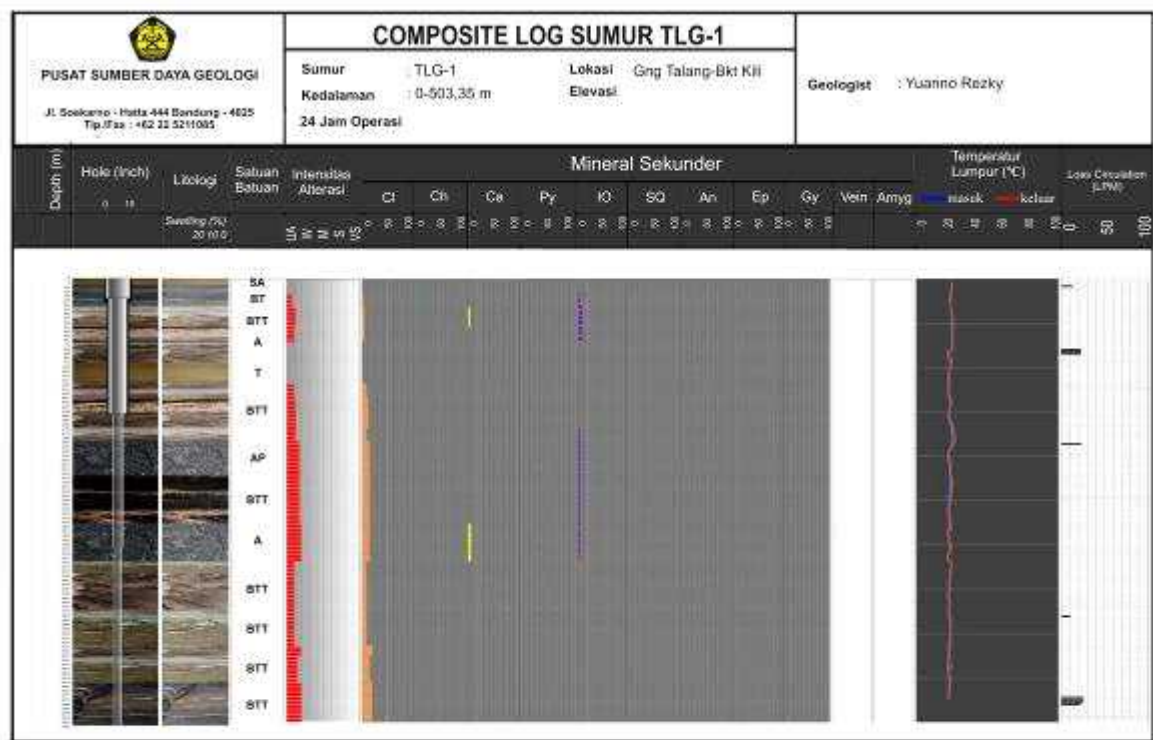
Gambar 1. Peta Lokasi daerah panas bumi Bukit Kili – Gunung Talang



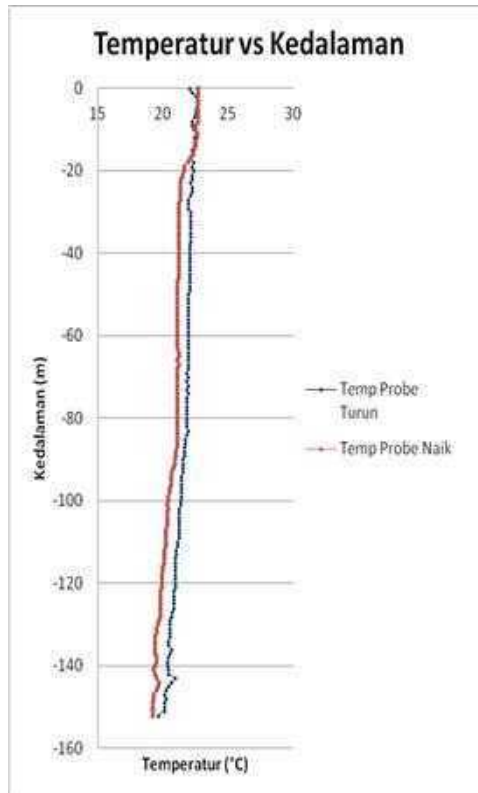
**Gambar 2.** Peta Kompilasi Geosains Daerah Panas Bumi Bukit Kili – Gunung Talang, Pusat Sumber Daya Geologi, 2011



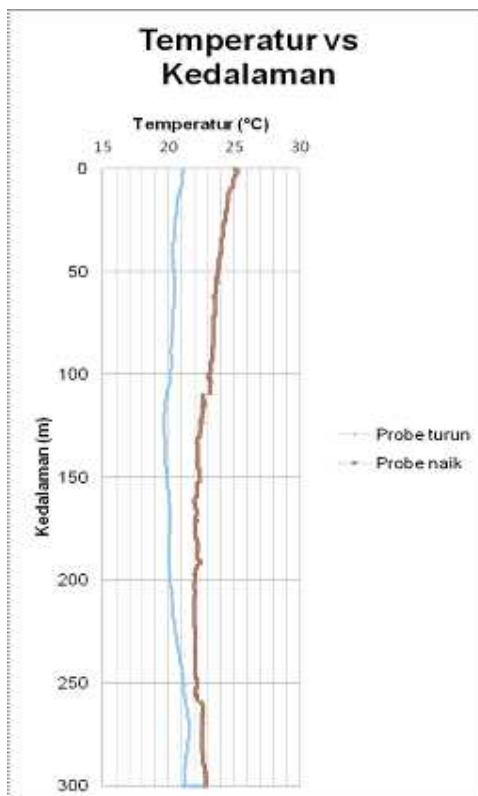
**Gambar 3.** Konstruksi sumur landaian suhu TLG-1, Bukit Kili – Gunung Talang



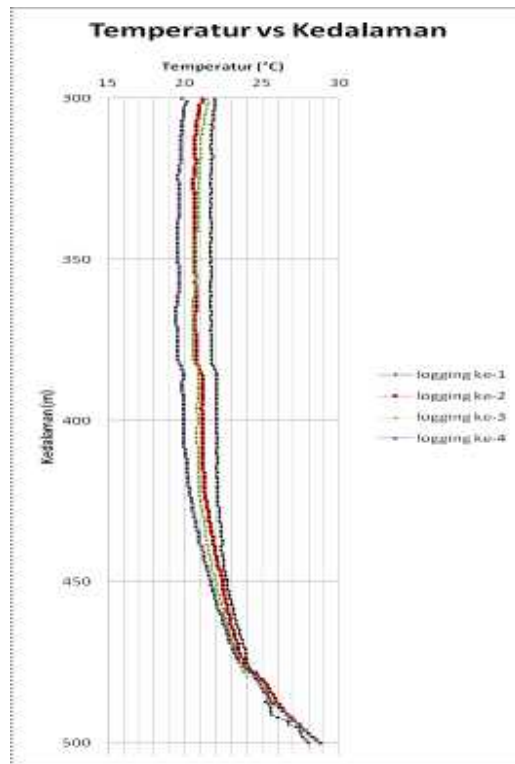
Gambar 4. Composite Log sumur landaian suhu TLG-1, Bukit Kili – Gunung Talang



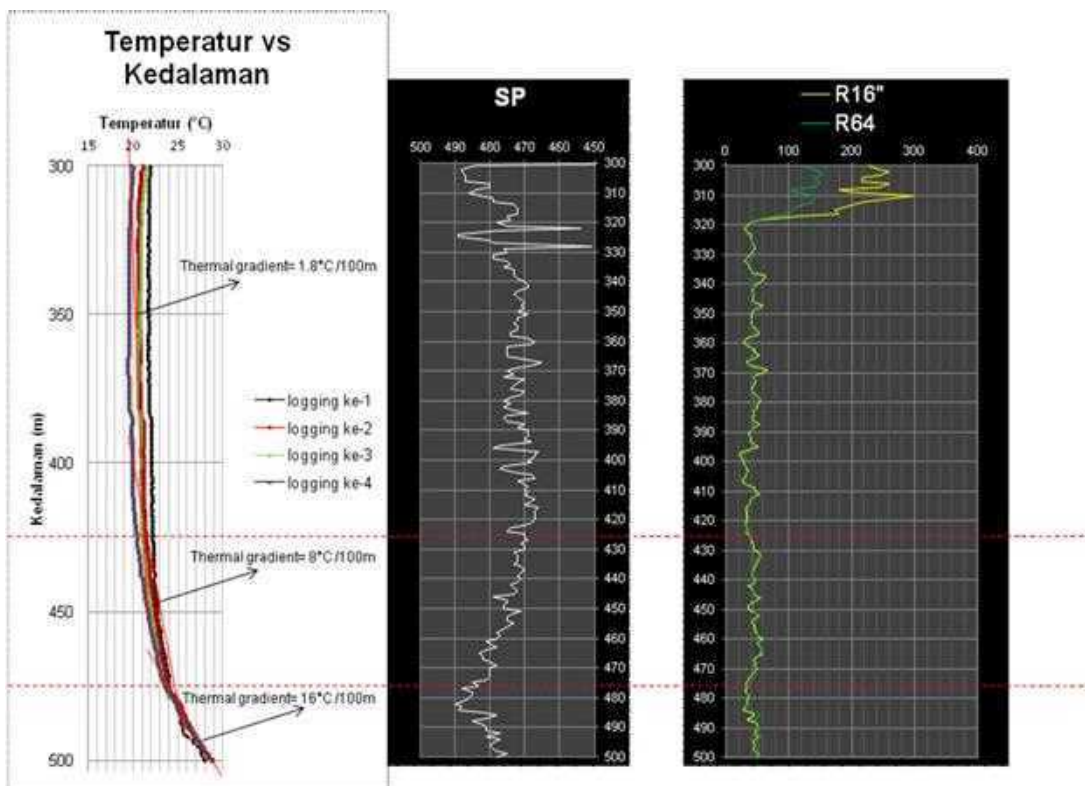
Gambar 5. Grafik temperatur vs kedalaman sumur bor TLG-1 di Kedalaman 150 m



Gambar 6. Grafik temperatur vs kedalaman sumur bor TLG-1 di Kedalaman 300 m



Gambar 7. Grafik temperatur vs kedalaman sumur bor TLG-1 di Kedalaman 500 m



Gambar 8. Thermal gradient (landaian suhu) sumur TLG-1

## SURVEI TERPADU GEOLOGI, GEOKIMIA, DAN GEOFISIKA DAERAH PANAS BUMI G.BATUR – KINTAMANI, KABUPATEN BANGLI, PROVINSI BALI

**Mochamad Nur Hadi, Dedi Kusnadi, Bakrun**

Kelompok Penyelidikan PanasBumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

### SARI

Kegiatan survei terpadu geologi, geokimia, dan geofisika terus dilakukan oleh Badan Geologi untuk menginventarisasi dan menambah wilayah kerja pertambangan panas bumi pada tahun 2012. Lokasi yang dituju berada di daerah GunungBatur - Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali.

Geologi daerah survei tersusun oleh batuan vulkanik Kuarter produk Gunung Batur dan G.Agung, masing-masing termasuk ke dalam gunungapi tipe A. Lokasi panas bumi terletak di bagian dalam Kaldera Batur dengan diameter 14 km.

Kenampakan gejala panas bumi di temukan di kawah puncak G. Batur berupa *steaming ground*, fumarol dengan suhu 213°C, serta batuan ubahan pada zona argilik. Pemunculan air panas dengan tipe bikarbonat tersebar daerah Toya Bungka dan Songan. Perhitungan geotermometer sekitar 230°C Na-K (Fournier).

Kegiatan survei geofisika dilakukan dengan metode geolistrik, geomagnet, dan gayaberat. Pola anomali magnetik dan nilai densitas rendah dengan didukung data struktur geologi menunjukkan terbentuknya sistem panas bumi yang berada di bagian timur Gunung Batur ke arah Danau dengan luas prospek 8 km<sup>2</sup>. Perhitungan potensi panas bumi daerah Gunung Batur – Kintamani sekitar 58 MWe pada kelas sumberdaya hipotetik.

Kata kunci : Panas bumi, G.Batur, Potensi.

### PENDAHULUAN

Sumber panas bumi di Indonesia tidak lepas dari keberadaan gunungapi disepanjang jalur magmatik. Sumber panas di sekitar gunungapi aktif sangat besar dan berfungsi untuk mensuplai panas terhadap sistem geotermal yang terbentuk di sekitarnya.

Permintaan dan kebutuhan energi di Indonesia saat ini masih

teramat besar dan hanya bergantung pada energi fosil yang sangat tinggi. Sesuai dengan semangat akan konsep energi yang berbasis lingkungan dan terbarui, maka pemerintah mencoba untuk menginventarisasi lokasi – lokasi yang dapat digunakan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan, dan pilihan itu salah satunya dilakukan dengan melakukan survei secara



terpadu dengan menggunakan metoda geologi, geokimia dan geofisika di sekitar Pulau Bali.

Pulau Bali menjadi pilihan karena disana baru saja diakui oleh dunia internasional akan keberadaan Kaldera Batur Geopark, dimana lokasi tersebut juga memiliki potensi akan sumber daya panas bumi. Walaupun statusnya sebagai cagar geologi namun penelitian akan besarnya potensi panas bumi dinilai perlu untuk melengkapi data sekaligus menginventarisasi manifestasi panas bumi yang ada.

Secara administratif daerah panas bumi G.Batur - Kintamani berada di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali, pada koordinat 309922– 334838 mT dan 9097901 – 9076091 mS pada proyeksi peta *Universal Tranverse Mercator (UTM)* Datum *WGS 1984* zona 50 bagian selatan.

## GEOLOGI

Geomorfologi tersusun oleh Satuan Geomorfologi Tubuh Gunung Batur Curam, Satuan Geomorfologi Tubuh Gunung Batur Landai, Satuan Geomorfologi Tubuh Kaldera Gunung Batur Curam, Satuan Geomorfologi Tubuh Kaldera Gunung Batur Bergelombang, Satuan Geomorfologi Tubuh Gunung Abang Terjal, Satuan Geomorfologi Tubuh Gunung Agung Curam.

Stratigrafi kawasan Kaldera Batur didominasi oleh batuan vulkanik dengan jenis lava andesit – basal, aliran piroklastik dan jatuhan piroklastik dengan komposisi *scoria* dan batuapung (*pumice*) yang berumur Tersier hingga saat ini, dengan urutan dari tua ke muda Lava Tejakula, Aliran Piroklastik G.Abang, Lava G.Abang, *Cinder cone* Kaldera Batur 1, Aliran Piroklastik Kaldera Batur 1, Lava Kaldera Batur 1, Aliran Piroklastik Kaldera Batur 2, Lava Kaldera Batur 2, Lava Parasit G.Agung, Lava G. Agung, *Cinder cone* Batur 3, Lava Batur 3 dan Jatuhan Piroklastik Batur.

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian menunjukkan arah tegasan utama utara – selatan sesuai dengan pergerakan subduksi di bagian selatan jalur Jawa – Flores yang kemudian terbagi lagi menjadi beberapa orde tegasan berupa arah barat laut – tenggara sesuai dengan kelurusan antara G.Batur-G.Abang-G.Agung dan arah barat daya – timur laut sejajar dengan pola aktivitas kawah G.Batur dari kawah 1 - kawah 3. Kenampakan gejala panas bumi berupa *steaming ground*, fumarol, serta batuan ubahan, sedangkan di kaki G. Batur sebelah timur berupa air panas. Air panas Toya Bungka temperatur 40,8 – 43,8 ° C, temperatur udara 25,1°C, pH 7,40, daya hantar listrik 2370µS/cm, debit 1 L/detik, tidak berbau, tidak

berwarna, tidak berasa dan tidak terdapat sinter karbonat ataupun sinter silika. Air panas Songan temperatur 37,5 – 45,7°C, pada temperatur udara 23,5°C, pH 7,43, daya hantar listrik 2200 $\mu$ S/cm, debit 5 L/detik. Steaming ground di puncak 2, Temperatur 90,4°C, temperatur udara 22,7°C, uap air sangat jelas namun tidak ada aliran air, tidak tercium bau H<sub>2</sub>S. Alterasi di sekitar kawah, terbentuk dua zona alterasi yaitu argilik lanjut yang diwakili oleh kehadiran mineral illite, alunit dan piroplit dan zona argilik di bagian tepinya, diwakili oleh mineral montmorilonit dan haloysit.

## GEOKIMIA

Air panas daerah G. Batur semuanya bertipe bikarbonat, sedangkan air danau Batur bertipe Sulfat. Plot pada diagram Na-K-Mg, beberapa air panas di G. Batur dan sekitarnya terletak pada zona *immature water* mengindikasikan bahwa reaksi antara fluida dengan batuan reservoir tercampur dengan air permukaan yang makin rendah temperaturnya indikasi dominasi air permukaan yang lebih dingin. Diagram Cl-Li-B menunjukkan bahwa air panas tersebut terbentuk pada lingkungan vulkanik. *Plotting* hasil analisis isotop pada grafik  $\delta D$  terhadap  $\delta^{18}O$ , memperlihatkan bahwa air panas Toya Bungka 1 dan Toya Bungka 2 terletak disebelah kanan dari garis

*Meteoric Water Line (MWL)*. Hal ini menunjukkan bahwa mata air panas tersebut ada pengkayaan oksigen 18, sebagai indikasi bahwa pembentukan mata air panas berhubungan dengan adanya interaksi antara fluida panas pada sistem panas bumi dengan batuan yang menyebabkan terjadinya pengkayaan <sup>18</sup>O.

Variasi Hg tanah memberikan nilai *background* 40 ppb, nilai *reshold* 62 ppb, dan nilai rata-rata 18 ppb. Peta distribusi nilai Hg tanah, memperlihatkan anomali relatif tinggi > 40 ppb terletak di bagian tengah sekitar kawah puncak G. Batur, diikuti dengan pola distribusi dengan konsentrasi 20 - 40 ppb, sementara konsentrasi Hg < 20 ppb menyebar merata.

## GEOFISIKA

### Gaya Barat

Anomali sisa memperlihatkan pengkutuban anomali positif dan anomali negatif dengan kerapatan serta pembelokan kontur yang tajam. Dalam peta nampak struktur semi radial, namun pola anomali ini relatif memiliki persamaan dengan pola anomali Bouguernya, hal ini diperkirakan karena pola anomali Bouguer di daerah penyelidikan secara dominan diakibatkan oleh struktur dalam. Zona anomali rendah yang terletak di bagian tengah dan di bagian luar struktur kaldera mengisyaratkan kondisi struktur

lokal searah dengan struktur dalamnya. Zona tinggi ini ditimbulkan oleh blok batuan dengan densitas yang relatif lebih tinggi dari gunung Batur dan berperan sebagai sumber panas.

#### *Geomagnet*

Kelompok anomali geomagnet rendah (-2400 s/d -1000 nT) penyebarannya hanya menutupi sebagian besar bagian utara, barat laut, tenggara, selatan dan dibagian tengah daerah penyelidikan, +/- menutupi 30% dari daerah penyelidikan. Kelompok anomali geomagnet rendah umumnya ditempati oleh lava dan piroklastik. Anomali rendah berkaitan dengan demagnetisasi batuan akibat larutan panas yang dilepaskan dari suatu daerah panas bumi.

#### **Geolistrik**

Zona tahanan jenis semu rendah <100 Ohm-m sebarannya hampir mengelilingi bagian kaki G. Batur, akan tetapi tahanan jenis semu rendah yang diduga merupakan alterasi secara konsisten berada sekitar air panas Toyabungkah dan Songan dengan sebaran membuka ke arah Danau Batur. Daerah prospek berada disekitar airpanas Toyabungkah dan Songan yang mempunyai tahanan jenis rendah <100 Ohm-m. Hasil penyelidikan geolistrik di daerah panas bumi G. Batur terkendala oleh keadaan geologi yang terdiri dari batuan vulkanik muda berupa

lava yang masih baru dan batuan piroklastik berupa tufa, sehingga menyulitkan dalam pengambilan datanya.

Pembentukan sistem panas bumi di daerah G.Batur sangat mirip dengan system *high terrain* yang dikemukakan oleh Lawless et.al. G.Batur merupakan tipikal gunungapi yang masih aktif dengan dijumpai beberapa kawah di bagian puncaknya. Air meteorik menyusup masuk melalui pori batuan maupun melalui celah – celah rekahan yang telah terbentuk di sekitar Kaldera Batur. Fluida tersebut terpanaskan oleh aktifitas magma aktif di bawah tubuh G.Batur dan terperangkap oleh lapisan *impermeable* yang kemungkinannya berhubungan dengan lava dan batuan ubahan seperti yang ditemukan di puncak. Diperkirakan ubahannya terbentuk pada zona argilik-*advance* argilik. Lapisan *permeable* yang diperkirakan terbentuk akibat sisa aktifitas dan hancuran pada pembentukan kaldera Batur II tersebar hingga ke arah Danau Batur. Zona *upflow* dapat dikenali oleh munculnya fumarol-solfatara dan *steaming ground* di sekitar puncak, sedangkan aliran horizontal/ *outflow* mengalir ke arah Danau Batur, munculnya air panas di sepanjang danau batur bagian barat diakibatkan oleh terbentuknya sesar yang berarah utara – selatan sekaligus membatasi tepian danau.

Area prospek ini didukung oleh hasil kompilasi geologi struktur, anomali anomali gaya berat rendah, geomagnet rendah dan tahanan jenis rendah (<100 ohmm). Dari hasil kompilasi metode tersebut didapat luas area prospek panas bumi G.Batur sekitar 8 km<sup>2</sup> untuk kelas sumber daya hipotetis.

## KESIMPULAN

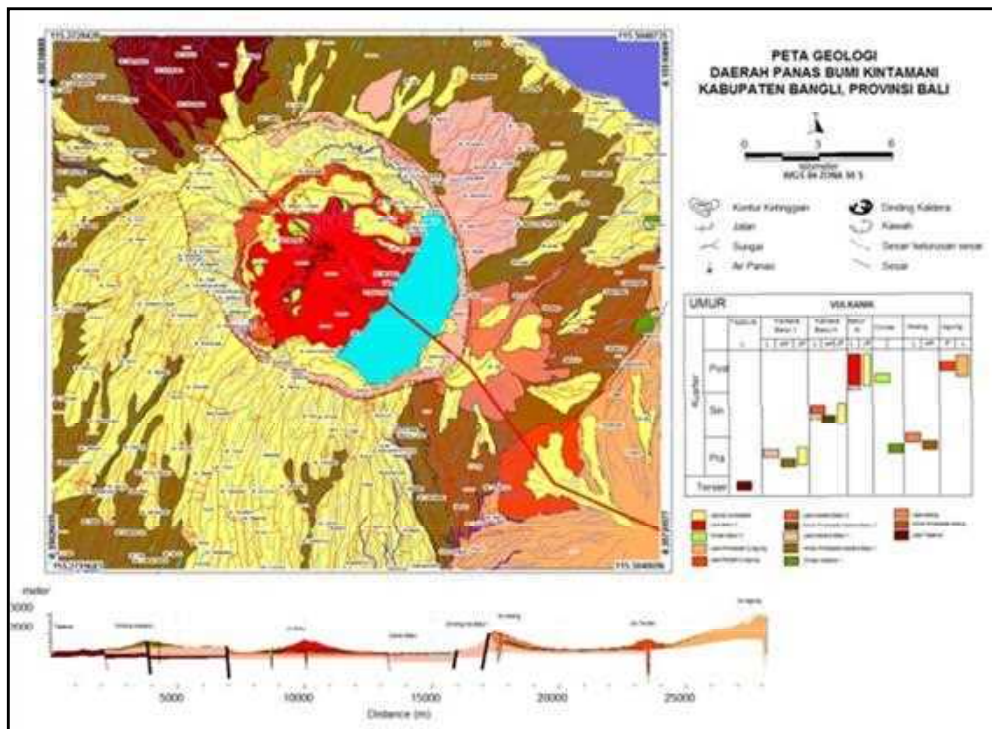
Daerah panas bumi G.Batur-Kintamani memiliki luas prospek sekitar 8 km<sup>2</sup>. Estimasi geotermometer 230°C, dengan *cut-off* sebesar 180°C. Dengan menggunakan metode penghitungan volumetrik, melalui beberapa asumsi seperti tebal reservoir 1.5 km, *recovery factor* 25%, faktor konversi 10%, dan *lifetime* 30 tahun. Besarnya potensi sumber daya hipotetis daerah panas bumi G.Batur Kintamani adalah 58 MWe pada kelas sumber daya hipotetik.

## DAFTAR PUSTAKA

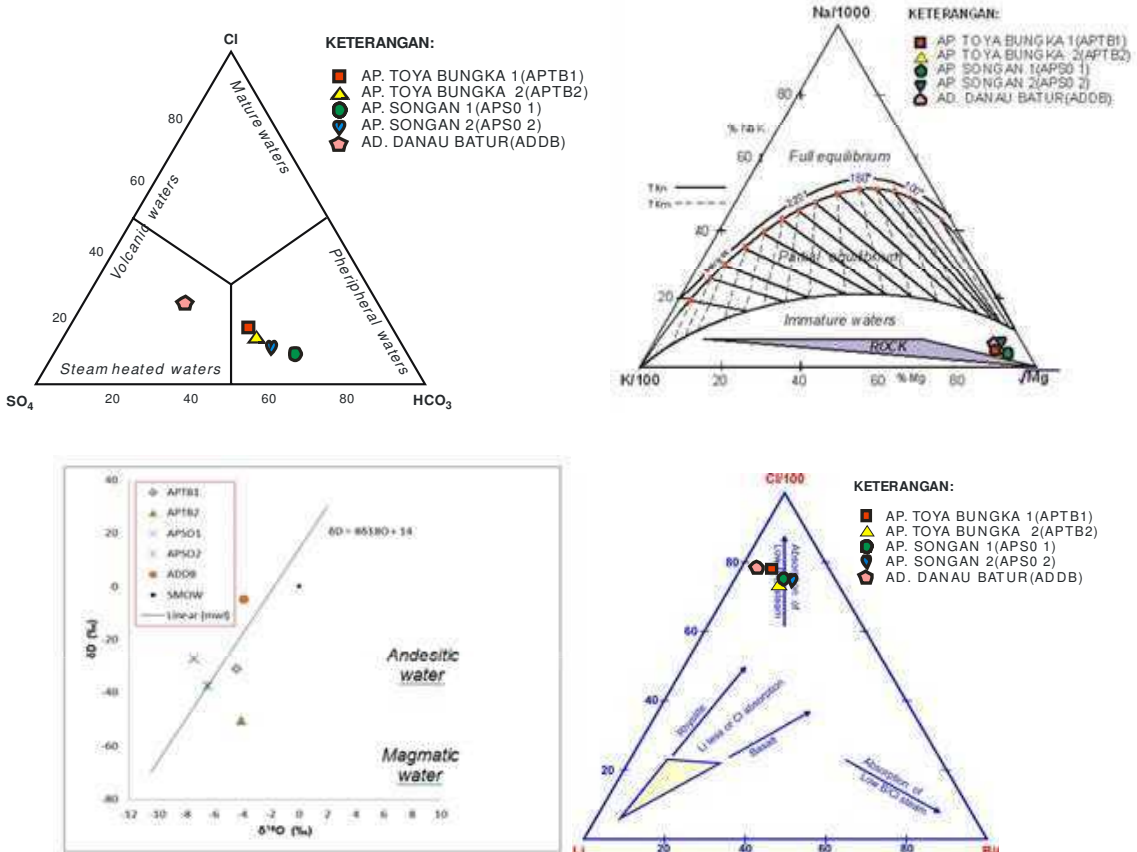
- Bemmelen, van R.W., 1949.** “*The Geology of Indonesia*”. Vol. I A. The Hague. Netherlands.
- Burger, H.R., 1992:** *Exploration Geophysics of shallow Sub Surface*, Prentice Hall
- Fournier, R.O., (1981),** *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, “Geothermal System : Principles and Case Histories”*. John Willey & Sons, New York.
- Purbo Hadiwidjojo M.M, 1971,** Peta Geologi Regional Lembar Bali-Nusatenggara, Skala 1 : 250.000 (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi)
- Giggenbach, W.F., (1988),** *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na – K - Mg – Ca Geo Indicators*, *Geochemica Acta* 52, 2749 – 2765.
- Kadir, W.G.A., 2000,** *Eksplorasi Gaya Berat dan Magnetik*, Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung
- Mahon K., Ellis, A.J., (1977),** *Chemistry and Geothermal system*, Academic Press, Inc. Orlando.
- Pusat Sumber Daya Geologi, (2011),** Laporan Uji Petik Daerah Panas Bumi Gunung Batur, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi. Bandung, Unpubl
- Telford, W.M. et al, (1982),** “*Applied Geophysics*”, Cambridge University Press. Cambridge.
- Laporan Uji Petik Daerah Panas Bumi Gunung Batur, 2011,** Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.



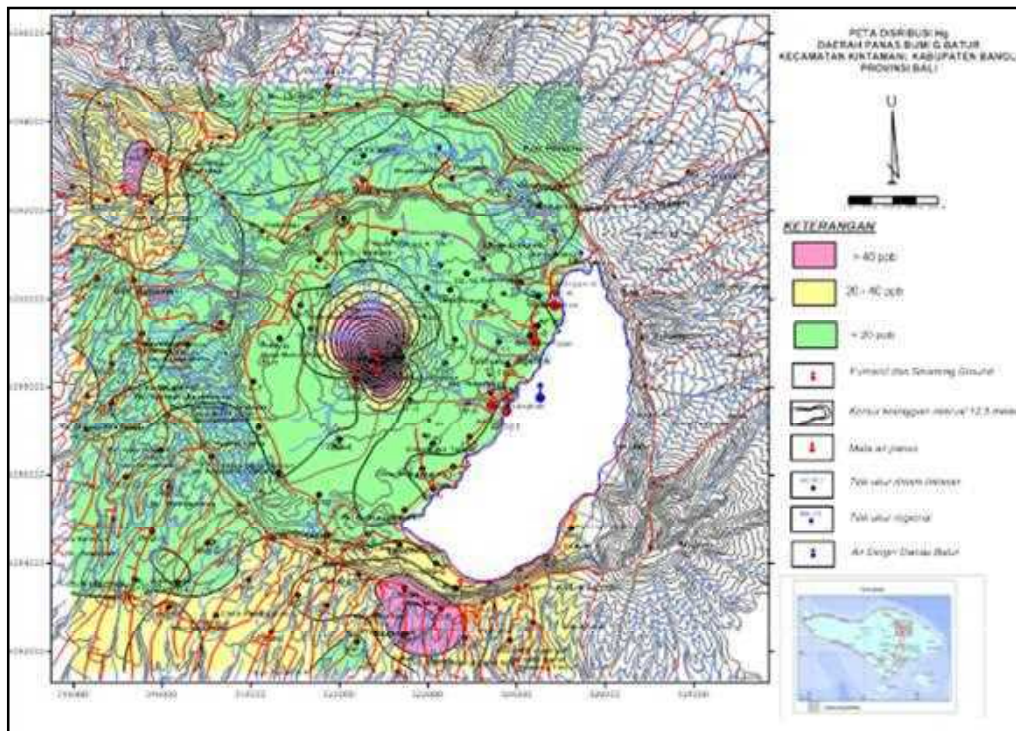
Gambar 1. Peta lokasi survei terpadu G.Batur



Gambar 2. Peta Geologi G.Batur - Kintamani

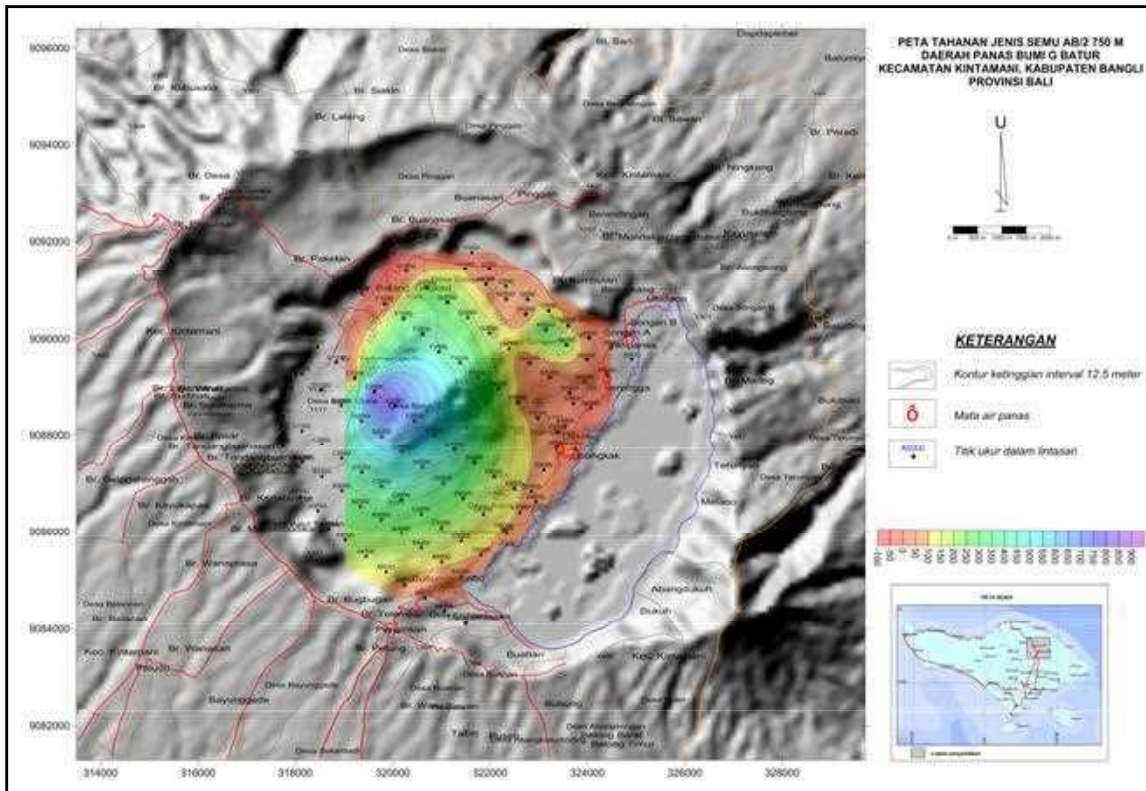


Gambar 3. Plotting Isotop <sup>18</sup>O dan diagram Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>, Na-K-Mg, CI-Li-B



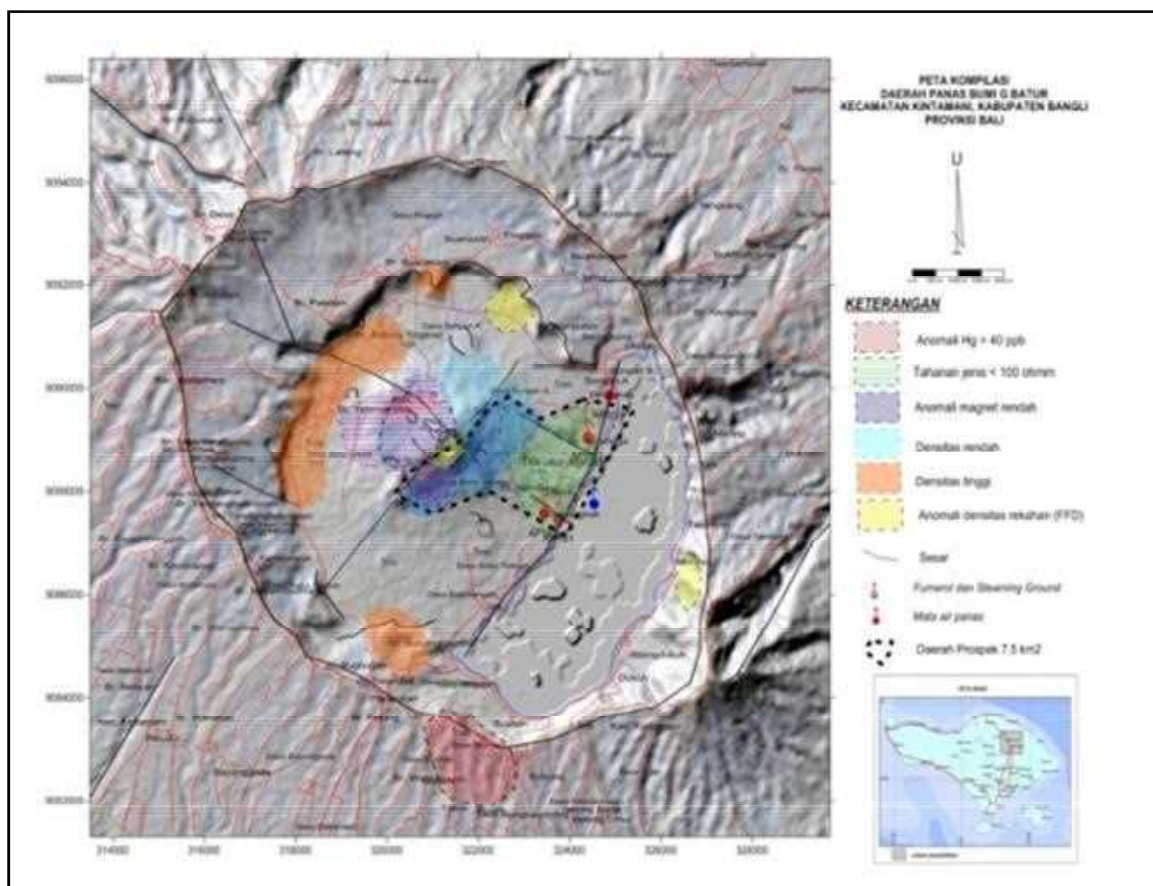
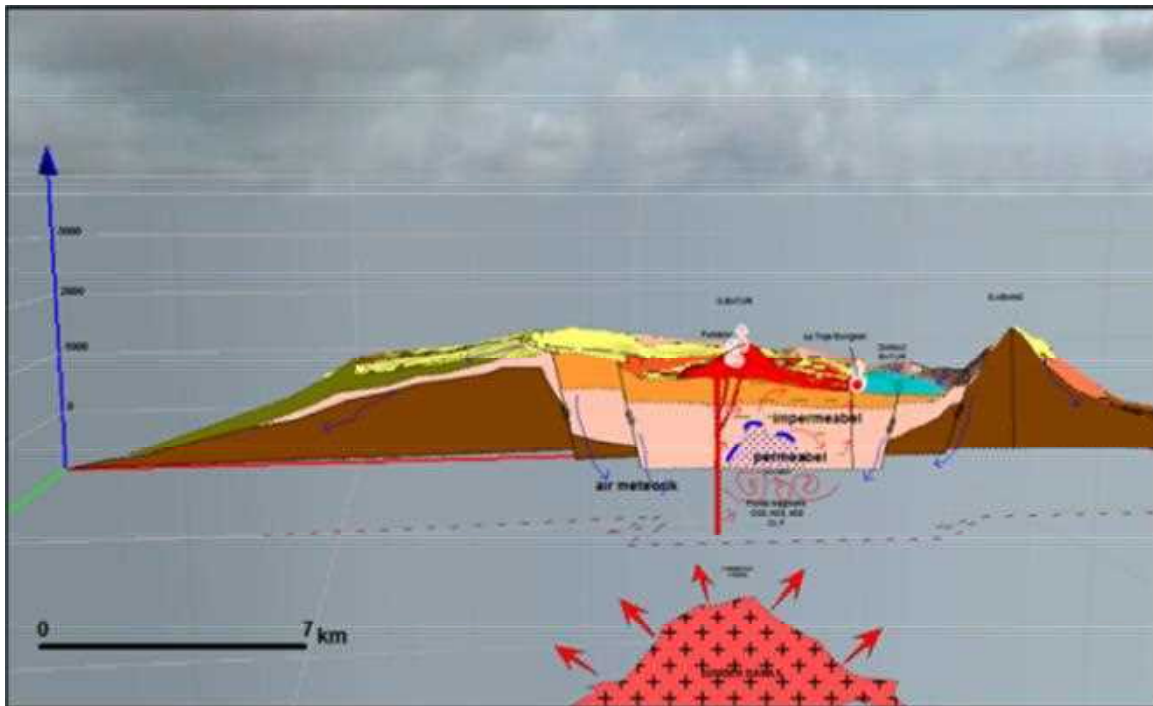
Gambar 4. Peta anomali Hg daerah Kintamani





Gambar 6. Peta Sebaran Tahanan Jenis Semu AB/2;750 m daerah Kintamani





Gambar 7. Model tentatif (atas) dan peta prospek (bawah) sistem panas bumi G.Batur - Kintamani

**SURVEI ALIRAN PANAS  
DAERAH PANAS BUMI BITTUANG  
KABUPATEN TANA TORAJA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Dikdik Risdianto, Robertus S.L.S, Sri Widodo, Arif Munandar, Moch. Budiraharja**  
Kelompok Penyelidikan Panas Bumi

**SARI**

Secara administratif daerah survei aliran panas Bittuang berada di Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah panas bumi Bittuang secara umum berada pada tatanan geologi yang didominasi oleh batuan Vulkanik Kuarter dan termasuk dalam system panas bumi vulkanik di Provinsi Sulawesi Selatan.

Litologi terdiri dari batuan Vulkanik, aliran piroklastik, lava andesitik, lava basaltik, yang berumur Kuarter, batuan sedimen berupa perselingan batupasir dan lempung serta aluvial. Struktur Geologi berupa sesar normal yang berarah relatif utara - selatan, serta sesar mendatar berarah relatif barat laut - tenggara dan timur laut - barat daya.

Gejala panas bumi diperlihatkan oleh sejumlah manifestasi panas bumi berupa fumarol, mata air panas, tanah panas dan batuan ubahan dengan temperatur maksimum air panas mencapai 96,7 °C di Balla yang berada disebelah selatan Gunung Karua. Banyak terdapat batuan ubahan yang masih mengeluarkan gas H<sub>2</sub>S tapi temperatur permukaan sama dengan temperature udara sehingga survei anomali panas dangkal perlu dilakukan untuk melokalisir distribusi panas di permukaan.

Hasil survei aliran panas ini menunjukkan bahwa zona kompilasi anomali aliran panas dengan data 3-G di daerah ini mencapai 13 km<sup>2</sup> masih membuka ke sebelah utara ke arah tubuh kerucut Gunung Karua.

*Keywords :Geothermal,Bittuang, TanaToraja, G. Karua, thermal konduktiviti, gradien thermal, Shallow Thermal Anomaly.*

**PENDAHULUAN**

Daerah Panas Bumi Bittuang berada di Kecamatan Bittuang, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan, atau secara geografis berada diantara 119° 36' 56,52" – 119° 45' 08,64" BT dan 2° 51' 50,76" LS - 3° 0' 05,40" LS, berjarak

lebih kurang 360 km dari ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan, Makassar **(Gambar 1)**.

Survey anomali panas dangkal di daerah ini dilakukan untuk melokalisir daerah anomali yang masih mempunyai temperatur relatif lebih

tinggi dengan lokasi lainnya yang diasumsikan merupakan bagian dari sistem panas bumi yang terdapat dipermukaan.

Survey ini juga dilakukan untuk mengoreksi beberapa anomali yang terdapat di daerah ini berupa anomali geokimia (distribusi Merkuri) dan anomali geofisika (geomagnet).

Terdapat ambiguitas dalam interpretasi geokimia dan geofisika di daerah panas bumi ini, apakah anomali yang terjadi sebagai akibat dari sistem panas bumi masa lampau (fosil) atau sistem panas bumi yang masih aktif.

## LANDASAN GEOSAIN

### Geologi

Secara regional Daerah Bittuang terletak pada lingkungan vulkanik muda, produk Gunung Karua. Batuan tertua yang terbentuk di daerah ini adalah Batuan sedimen dan malihan Formasi Latimojong yang terdiri dari filit, batu lempung malihan, dan kuarsit yang berumur Kapur Akhir.

Litologi daerah Panas Bumi Bittuang tersusun oleh serangkaian batuan vulkanik produk Gunung Karua, yang terdiri dari lava, jatuhan piroklastik dan aliran piroklastik. Seluruh batuan ini berumur Kuartar. Dari hasil pentarikh-an dengan metode jejak belah menunjukkan bahwa batuan termuda berumur  $0,3 \pm 0,1$  tahun yang lalu, atau pada Kala Pleistosen.

Selain itu terdapat juga batuan ubahan hasil ubahan hidrotermal yang didominasi oleh ubahan bersifat argilik yang dicirikan oleh mineral lempung atau argilik.

Struktur geologi utama yang berkembang di daerah penyelidikan dan mengontrol sistem panas bumi Bittuang adalah sesar normal berarah baratlaut-tenggara, baratdaya-timurlaut dan hampir utara-selatan yang membentuk depresi yang juga berarah relatif utara-selatan. (**Gambar 2**).

### Geokimia

Manifestasi panas bumi yang berkembang adalah fumarola, mata air panas, tanah panas dan batuan ubahan, selain itu terdapat juga bualan gas yang berasosiasi dengan batuan ubahan yang tercium bau gas  $H_2S$  yang cukup kuat.

Temperatur air panas mencapai  $96,7$  °C, pH netral dengan kondisi air yang jernih. Tipe air panas secara keseluruhan termasuk dalam tipe bikarbonat, sedangkan berdasarkan tingkat kesetimbangan air panas di daerah ini termasuk dalam tipe *Immature Water* yang mengindikasikan bahwa tingkat pencampuran dengan air meteorik sangat besar. Sedangkan data isotop Oksigen-18 dan deuterium menunjukkan bahwa mata air panas Balla mengalami interaksi dengan

batuan samping selama bergerak dari reservoir menuju permukaan.

Hasil perhitungan temperatur bawah permukaan berdasarkan metode Na-K-Ca menunjukkan 200 °C, hal ini dilakukan dengan pertimbangan tingginya kadar ion Ca yang cukup tinggi.

Penyebaran unsur Merkuri (Hg) yang tinggi terletak di sekitar lokasi air panas Balla memanjang ke arah utara daerah penyelidikan menuju kearah Gn. Karua, yang berasosiasi dengan arah struktur relatif utara-selatan, Konsentrasi Hg tanah di sekitar manifestasi Balla mencapai 240 ppb relatif lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya, demikian pula dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> udara tanah yang terkonsentrasi di sekitar manifestasi Balla.

### Geofisika

Hasil pemetaan anomali sisa dari data gaya berat, memperlihatkan daerah yang menarik berada di sekitar sebaran mata air panas, terutama di Balla. Hal ini ditunjukkan dengan terlihatnya sebaran anomali tinggi di sekitar daerah tersebut, dimana anomali tinggi ini diinterpretasikan sebagai respon dari batuan yang cukup segar dan memiliki densitas tinggi. Batuan ini diperkirakan merupakan kubah intrusi yang tidak muncul ke permukaan dan dapat menjadi sumber panas bagi sistem panas bumi di daerah ini.

Sedangkan dari metode geomagnet menunjukkan distribusi nilai

kemagnetan yang rendah berasosiasi dengan keberadaan manifestasi panas bumi berupa batuan ubahan dan tanah panas, sehingga zone anomali bersifat lokal saja disekitar manifestasi panas bumi.

Hasil kompilasi metode geologi, geokimia dan geofisika dalam **Gambar 3**, luas areal prospek mencapai 13 km<sup>2</sup>, dengan cadangan potensi terduga ~ 83 MWe.

### METODE SURVEI

Secara garis besar metode survei anomali panas dangkal terdiri dari pengukuran temperatur dasar lubang dengan menggunakan thermometer digital pada sumur pengamatan dengan kedalaman antara 5 hingga 6 m, pemboran dilakukan dengan menggunakan alat bor tangan (*hand auger*).

### HASIL SURVEI

Penentuan titik bor pengukuran berdasarkan pertimbangan anomali geologi, geokimia serta geofisika manifestasi permukaan. Dari hasil survei ini diperoleh sebanyak 39 titik lubang bor pengamatan dengan kedalam lubang antara 5 – 6 meter (**Gambar 4**).

Pengukuran temperatur dilakukan setelah lubang dianggap stabil dan dilakukan pada pagi hari

untuk menghindari pengaruh panas dari permukaan, terutama untuk daerah/lokasi yang terbuka atau terkena sinar matahari secara langsung. Pengukuran temperatur lubang dilakukan beberapa tahap, yaitu :

- 1) pengukuran saat *probe* temperatur diturunkan,
- 2) *probe* temperatur direndam dalam dasar lubang sampai stabil (tidak ada kenaikan/penurunan temperatur), dan
- 3) Pengukuran saat *probe* temperatur dinaikkan.

Hasil pengukuran temperatur dasar lubang adalah berkisar antara 18,54 hingga 31,80 °C dengan rata-rata adalah 23,18 °C.

Litologi yang menyusun lubang pengamatan secara umum terdiri dari lapukan batuan vulkanik berupa lava dan piroklastik selain itu juga terdapat batuan ubahan berupa lempung, serta batuan endapan permukaan berupa aluvial yang bersifat lepas dengan komponen batuan rombakan batuan di daerah hulu sungai.

### Koreksi Temperatur

Koreksi temperatur dilakukan karena terdapat perbedaan elevasi titik pengamatan yang besar. Tercatat bahwa elevasi terendah di lokasi penyelidikan adalah 1240 m sedangkan tertinggi tercatat 1950 m diatas muka laut, sehingga terdapat selisih ketinggian lebih kurang 710 m.

Koreksi temperatur dilakukan di tiga sumur pengamatan yaitu di BB-37, BB-08 dan BB-04 yang masing-masing

mempunyai ketinggian 1240 m, 1500 m dan 1950 m atas permukaan laut. Pengukuran di ketiga lokasi tersebut menjadi bahan untuk interpolasi temperatur berdasarkan ketinggian.

### Peta Distribusi Temperatur

Temperatur dasar lubang pengamatan merupakan salah satu parameter penting dalam survei aliran panas di suatu daerah panas bumi. Temperatur yang terukur adalah temperatur dari hasil perambatan panas secara konduktif melalui media padat yaitu batuan atau tanah dari bawah permukaan menuju permukaan. Dari hasil pengukuran diketahui temperatur dasar lubang berkisar antara 18,54 °C hingga 31,80 °C dengan rata-rata 23,18 °C. Nilai 18,54 °C merupakan nilai minimal temperatur yang terukur di lubang BB-04 yang berada diluar daerah prospek, sedangkan 31,80 °C adalah nilai maksimum yang didapat dari dasar lubang BB-01 yang berada di manifestasi permukaan berupa tanah panas dan batuan ubahan di Balla. Distribusi temperatur dasar lubang di daerah penyelidikan terlihat pada **Gambar 5**, dengan menggunakan nilai temperatur di BB-24 sebagai nilai latar (*background*) yaitu 23,5 °C, maka temperatur yang mempunyai nilai lebih tinggi dari 23,5 °C adalah temperatur anomali. Dasar pengambilan nilai 23,5

°C sebagai nilai latar karena temperatur ini diperoleh dari sumur BB-24 yang tidak mengalami ubahan.

Terlihat bahwa penyebaran zona anomali temperatur lebih dari 23,5 °C berada pada dua lokasi yaitu di bagian utara, dan bagian selatan penyelidikan. Anomali di bagian utara terletak di lereng selatan G. Karua, yang tersusun oleh batuan vulkanik lava, batuan ubahan dan piroklastik.

Anomali di bagian selatan terletak di Daerah manifestasi Cepeng, berasosiasi dengan manifestasi permukaan berupa mata air panas yang tersusun oleh batuan piroklastik. Total luas areal daerah anomali di bagian utara dan selatan mencapai 14 km<sup>2</sup>.

### Peta Landaian Suhu Permukaan

Gradien termal atau landaian suhu adalah suatu nilai yang menunjukkan besarnya kenaikan temperatur ( °C atau °K ) pada setiap penurunan kedalaman ( m atau km ). Akan tetapi dalam survei ini nilai landaian suhu yang terukur hanya di bagian permukaan saja, sehingga nilainya tidak dapat disetarakan dengan nilai landaian suhu dari hasil pengukuran pengeboran dalam.

Distribusi nilai landaian suhu permukaan di daerah penyelidikan terlihat pada **Gambar 6**, dengan menggunakan nilai landaian rata-rata yang digunakan menjadi nilai latar atau *background* sebesar 0,5 °C/m maka nilai gradien

termal yang lebih tinggi dari 0,5 °C/m merupakan anomali.

Terlihat bahwa secara umum zona anomali terdapat di bagian barat tengah dan timur. Nilai gradien termal yang terukur berkisar antara 0,12 hingga 2,33 °C/m dengan rata – rata  $0,56 \pm 0,02$  °C/m. Seperti halnya pada penyebaran temperatur dasar lubang, zona anomali gradien termal yang terdapat di bagian utara berasosiasi dengan batuan vulkanik lava, piroklastik dan batuan ubahan, serta berasosiasi juga dengan manifestasi panas bumi berupa mata air panas dan tanah panas di Balla. Zona anomali di bagian selatan berasosiasi dengan batuan piroklastik serta manifestasi permukaan berupa mata air panas di Cepeng.

Total zona anomali gradien termal permukaan di daerah penyelidikan dengan mengambil nilai latar 0,5 °C/m adalah 16 km<sup>2</sup>.

### DISKUSI

Daerah penyelidikan secara geologi terdiri dari batuan vulkani yang didominasi oleh lava basatik hingga andesitic dan piroklastik berupa jatuhan dan aliran. Di beberapa lokasi terdapat zona ubahan berupa mineral sekunder berupa lempung.

Hasil pengukuran temperatur dasar sumur pengamatan menunjukkan bahwa zona anomali

temperatur terdapat di dua lokasi yaitu disebelah utara dan di bagian selatan. Zona anomali ini diambil dari nilai latar sekitar 23,5 °C.

Pengukuran landaian suhu permukaan menghasilkan beberapa *spot* daerah anomali di bagian utara dan bagian selatan. Di bagian utara berasosiasi dengan manifestasi Balla berupa mata air panas, tanah panas dan batuan ubahan. Zona anomali masih membuka kearah utara ke arah Gunung Karua.

Di bagian selatan zone anomali berasosiasi dengan mata air panas Cepeng, yang secara geokimia menunjukkan bahwa Cepeng merupakan daerah aliran lateral (*outflow*) sistem yang berada di sebelah utara. Sehingga kemungkinan besar anomali di bagian selatan merupakan anomali akibat proses konveksi dari fluida panas yang mengalir secara lateral.

Hasil kompilasi dengan peta geologi, geofisika dan peta penyebaran Merkuri menunjukkan bahwa zona anomali gradien termal permukaan tersebut saling berkorelasi satu sama lain.

Hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali landaian suhu, anomali temperatur dasar lubang serta anomali geologi, geokimia dan geofisika atau 3-G (**Gambar 7**), terlihat terdapat suatu konsistensi di seluruh zona anomali. Konsistensi ini berkaitan erat dengan gejala geologi berupa proses hidrotermal,

struktur-struktur geologi serta kontrol litologi.

Luas daerah anomali hasil kompilasi diperoleh areal seluas 13 km<sup>2</sup>. Zona anomali di bagian utara dinilai lebih prospek dan masih membuka kearah utara mengarah ke puncak Gunung Karua, hal ini karena didukung juga oleh serangkaian manifestasi panas bumi permukaan yang menarik, diantaranya tanah panas, mata air panas, bualan gas serta batuan ubahan dengan luas areal yang cukup luas.

### **RESUME**

- Temperatur dasar lubang bor berkisar antara 18,54 – 31,80 °C, dengan temperatur tertinggi berada di lokasi titik BB-01 yaitu di manifestasi Balla.
- Nilai landaian suhu permukaan berkisar antara 0,12 – 2,33 °C/m, dengan nilai tertinggi berada di titik BB-01, yaitu di Manifestasi Balla.
- Pola anomali thermal dan gradient thermal permukaan daerah Panas Bumi Bittuang meliputi dua zone yaitu di utara dan selatan berasosiasi dengan manifestasi Balla dan Cepeng. Zone anomali di bagian utara dinilai lebih prospek dari pada di bagian selatan karena yang dibagian selatan kemungkinan merupakan anomali akibat konveksi

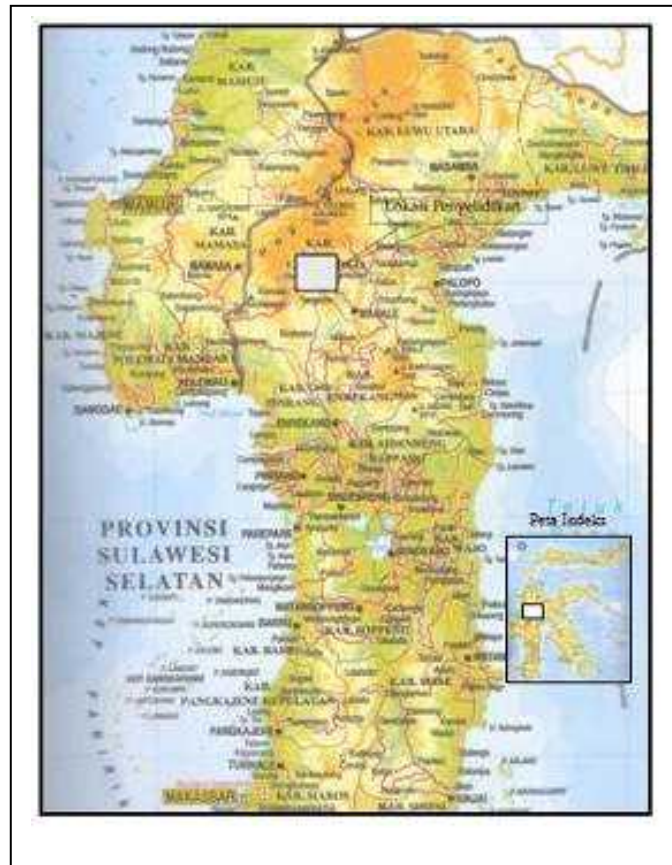
panas dari fluida hydrothermal yang mengalir secara lateral (*outflow*).

- Kompilasi zona anomali 3-G dan survei aliran panas menghasilkan daerah prospek dengan luas 13 km<sup>2</sup> yang berasosiasi dengan litologi batuan vulkanik (lava, piroklastik) dan batuan ubahan.

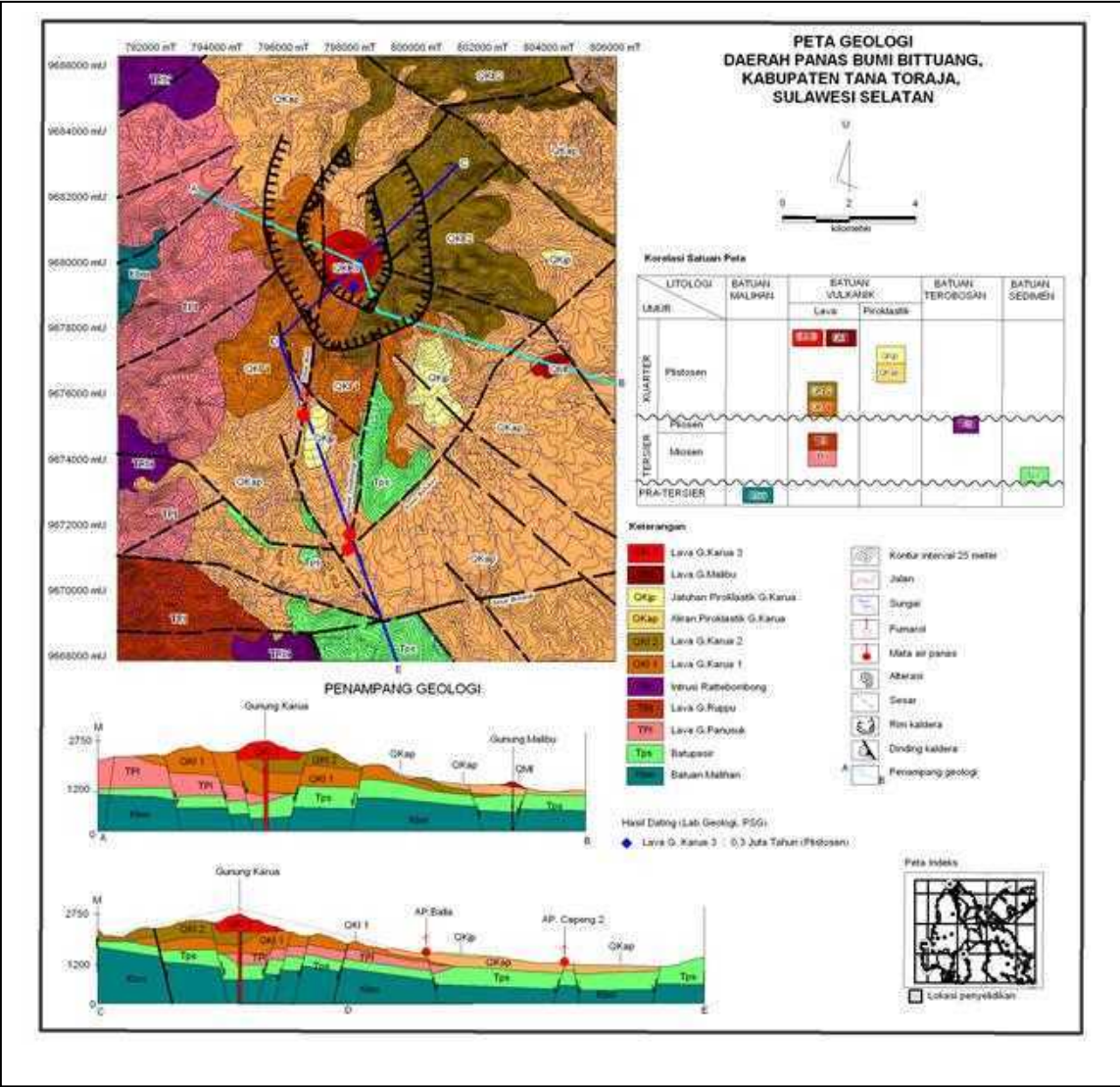
## DAFTAR PUSTAKA

- Bachri, S., dan Alzwar, M., (1975),** Kegiatan Inventarisasi Kenampakan Gejala Panas bumi di Daerah Sulawesi Selatan, Dinas Vulkanologi, Bandung, unpubl.
- Fournier, R.O., (1981),** Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System : Principles and Case Histories". John Willey & Sons, New York.
- Giggenbach, W.F., (1988),** Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na – K - Mg – Ca Geo Indicators, *Geochemica Acta* 52, 2749 – 2765.
- Mahon K., Ellis, A.J., (1977),** Chemistry and Geothermal system, Academic Press, Inc. Orlando.
- Ratman, N. dkk. (1993),** Geologi lembar Mamuju, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Rybach, L., dan Muffler, L. J. P. (1981),** Geothermal Systems: *Principles and Case Histories*, Wiley, New York.
- Simandjuntak, T.O., dkk. (1993),** Geologi lembar Mamuju, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tim Survei Terpadu (2010),** Survei Terpadu Geologi Geokimia Daerah Panas Bumi Bittuang, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Tim Survei Aliran Panas (2010),** Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Limbong, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Tim Survei Aliran Panas (2011),** Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Lainea, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara, Pusat Sumber Daya Geologi.
- Tim Survei Aliran Panas (2011),** Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Kampala, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan, Pusat Sumber Daya Geologi.

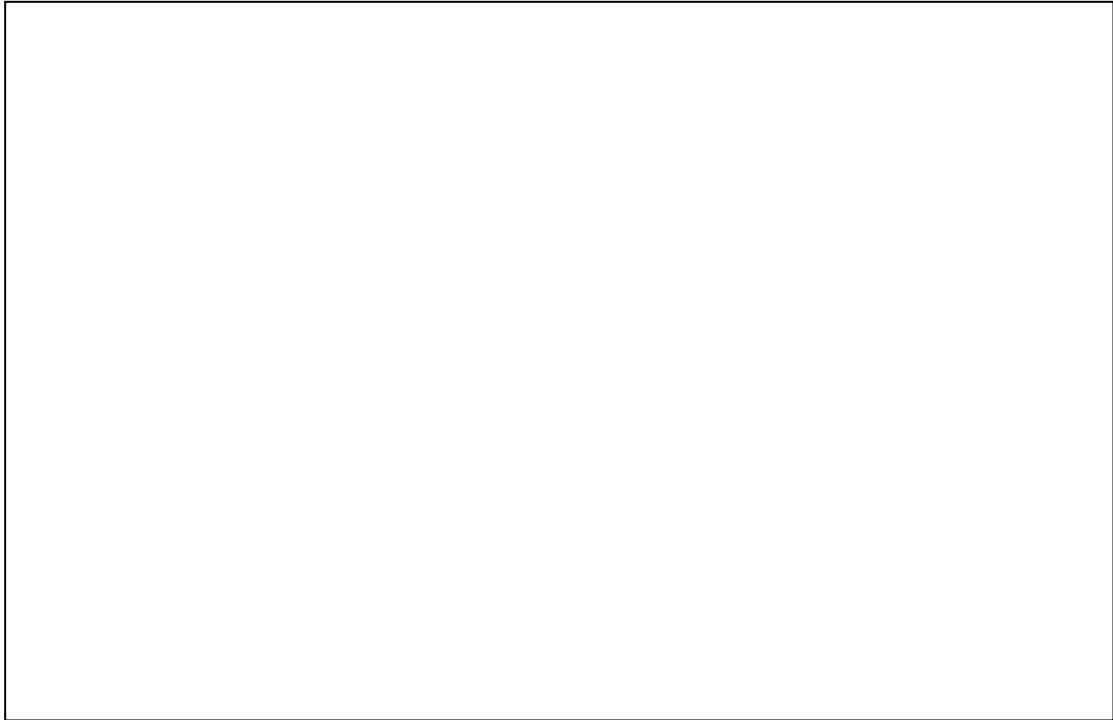




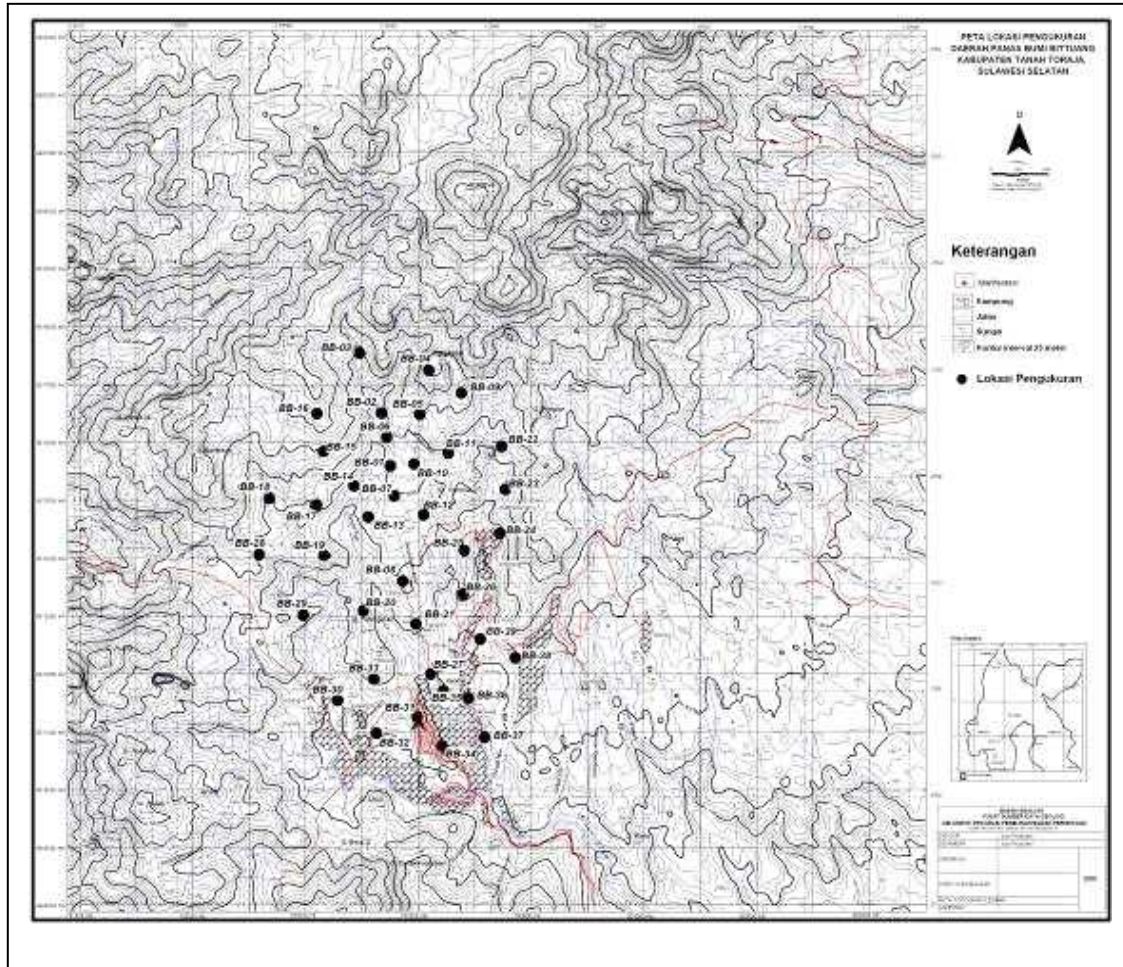
Gambar 1. Peta lokasi daerah panas bumi Bittuang



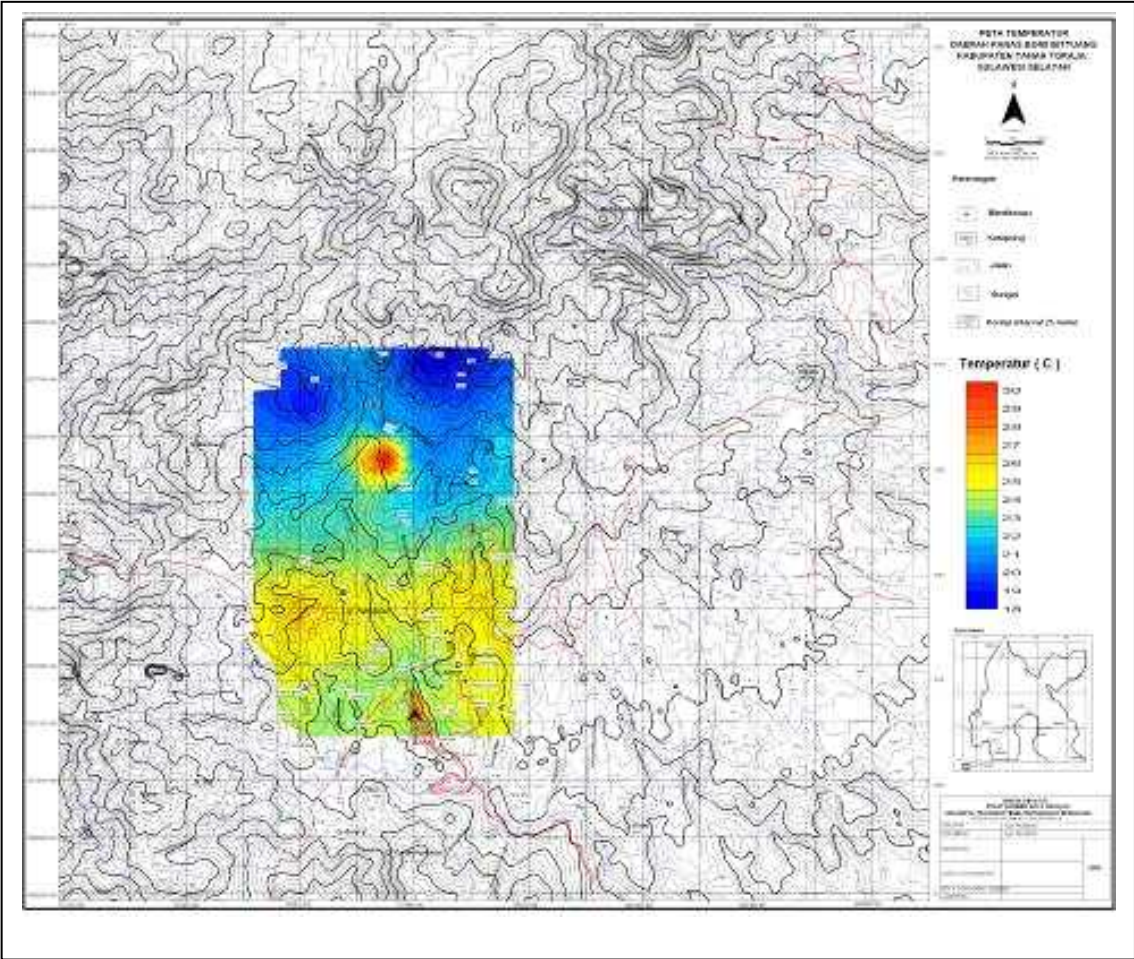
Gambar 2. Peta geologi daerah panas bumi Bituung



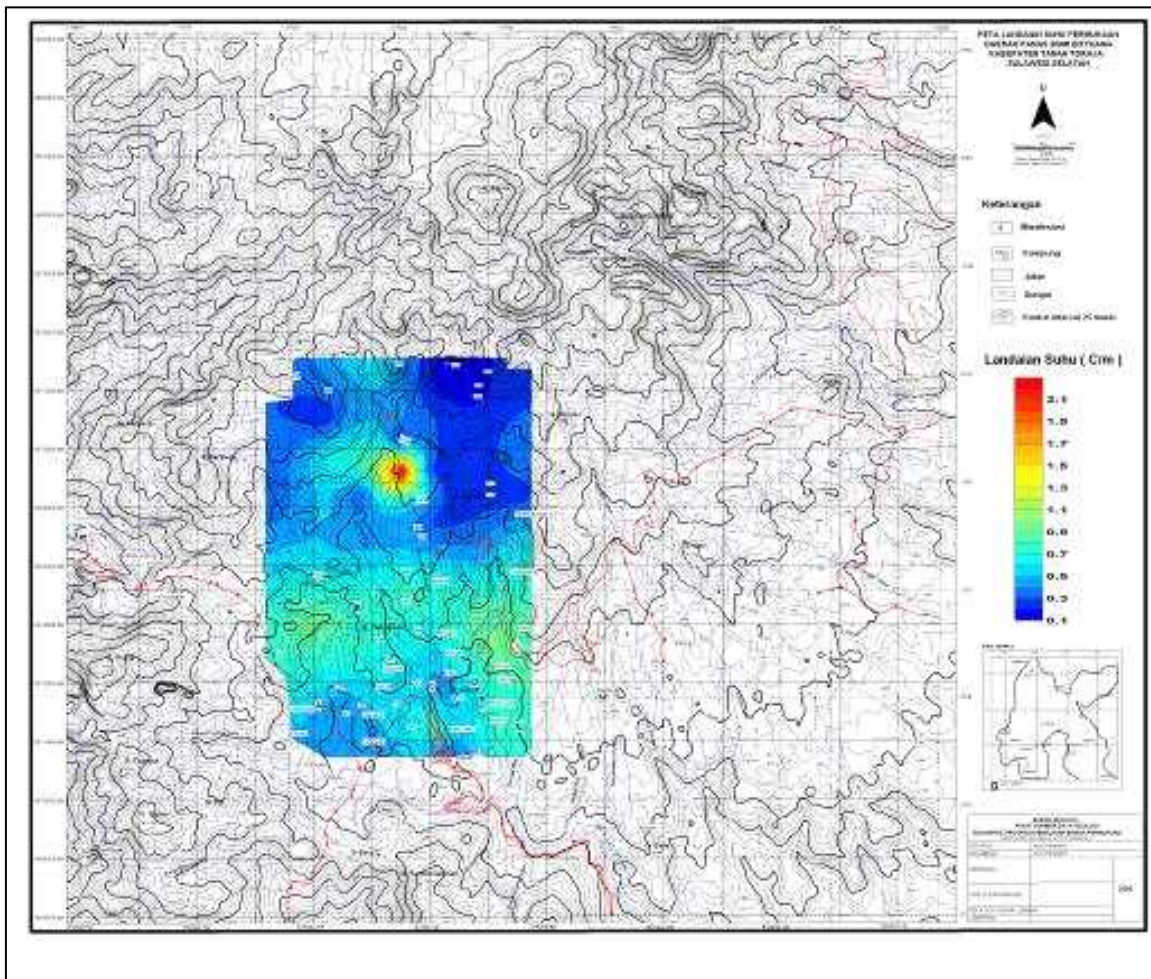
Gambar 3. Peta kompilasi anomali geofisika dan geokimia



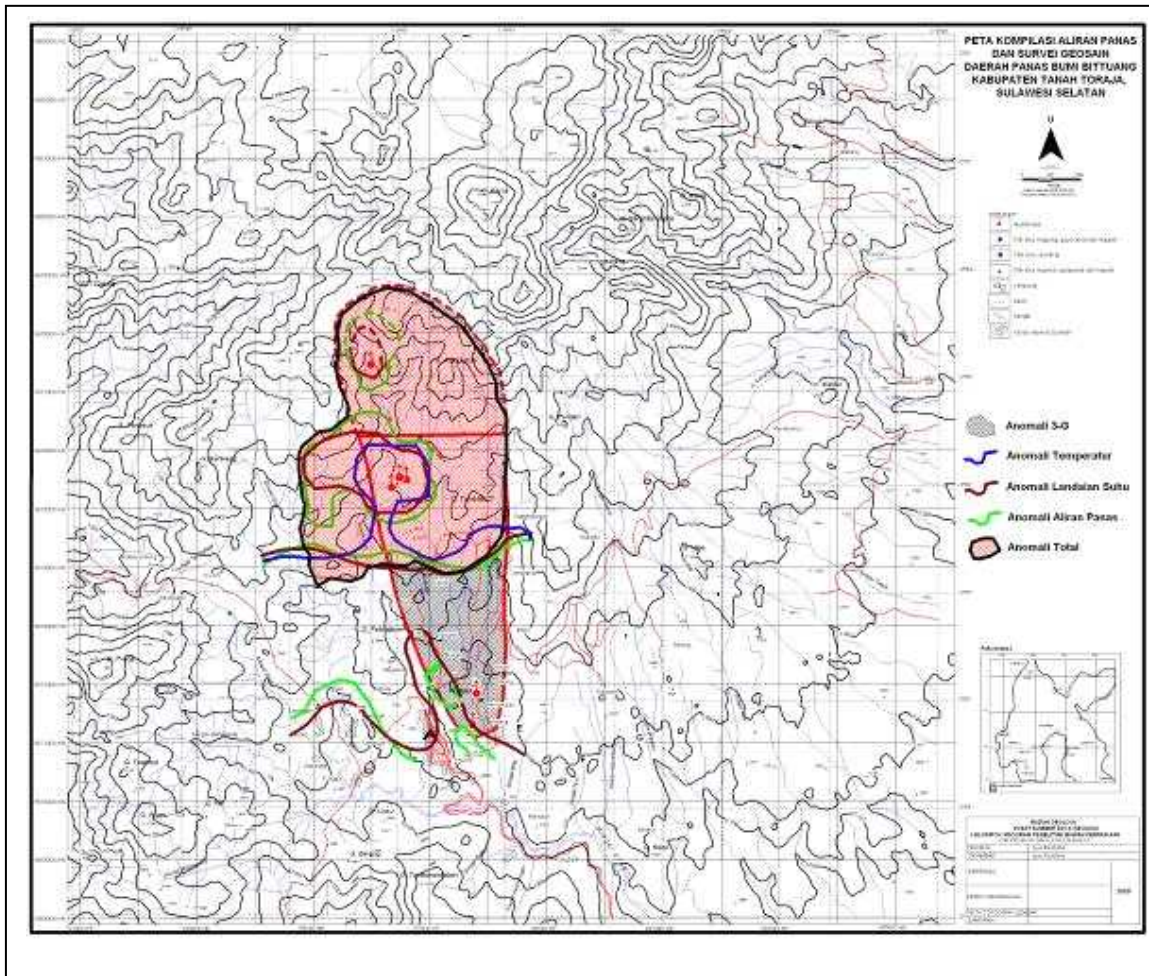
Gambar 4. Peta distribusi titik pengeboran



Gambar 5. Peta distribusi temperatur dasar sumur



Gambar 6. Peta distribusi nilai landaian suhu permukaan



Gambar 7. Peta kompilasi anomali geologi, geokimi, geofisika dan anomali panas dangkal.

**SURVEI ALIRAN PANAS  
DAERAH PANAS BUMI LOMPIO TAMBU  
KABUPATEN DONGGALA PROVINSI SULAWESI TENGAH**

**Robertus S. L. Simarmata, Sri Widodo, Arif Munandar, Moch. Budiraharja**  
Kelompok Penyelidikan Panas Bumi

**SARI**

Penyelidikan aliran panas ini ditekankan pada daerah kenampakan gejala panas bumi dan prospek di sekitar daerah Lompio - Tambu, yang secara administratif daerah panas bumi ini termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah.

Gejala panas bumi diperlihatkan oleh sejumlah manifestasi panas bumi berupa mata air panas dengan temperatur maksimum mencapai 78°C di Lompio dan 57,4°C di Tambu.

Dari hasil pengukuran diketahui untuk daerah Lompio temperatur dasar lubang berkisar antara 28,75 hingga 35,18°C dengan luas daerah anomali mencapai  $\pm 1,55$  km<sup>2</sup>, sedangkan untuk daerah Tambu temperatur dasar lubang berkisar antara 28,24 hingga 33,03°C dengan luas sebaran sekitar  $\pm 4,11$  km<sup>2</sup>.

Sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Lompio berkisar antara 0,003 hingga 0,310°C/m dengan total luas zona anomali adalah  $\pm 4,14$  km<sup>2</sup>, sedangkan sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Tambu berkisar antara 0,010 hingga 0,810°C/m dengan luas zona anomali adalah  $\pm 3,03$  km<sup>2</sup>.

Sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Lompio berkisar antara 0,007 hingga 0,819 W/m<sup>2</sup> dengan total luas zona anomali adalah  $\pm 3,42$  km<sup>2</sup>, sedangkan sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Tambu berkisar antara 0,025 hingga 1,879 W/m<sup>2</sup> dengan total luas zona anomali aliran panas adalah  $\pm 2,67$  km<sup>2</sup>.

Dari hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali gradient temperatur, anomali temperatur dasar lubang, anomali aliran panas serta anomali geofisika dan distribusi merkuri di daerah Lompio terdapat konsistensi di sekitar pemunculan air panas Lompio. Hal ini berlaku pula pada daerah Tambu dimana hasil kompilasi geosains dan aliran panas juga menunjukkan konsistensi di sekitar daerah air panas Tambu.

Kata kunci : panas bumi, Lompio, Tambu, temperatur, gradien temperatur, aliran panas.



## PENDAHULUAN

Penyelidikan aliran panas ini ditekankan pada daerah kenampakan gejala panas bumi dan prospek di sekitar daerah Lompio - Tambu, yang secara administratif daerah panas bumi ini termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Luas area penyelidikan aliran panas direncanakan melingkupi dua daerah panas bumi yaitu Lompio dan Tambu yang masing-masing secara geografis berada pada 9.965.000 hingga 9.983.000 mU dan 808.000 hingga 826.000 mT serta 9.987.172 hingga 10.004.168 mU dan 816.833 hingga 828.995 mT yang terletak di zona 50 UTM (**Gambar 1**).

Kenampakan gejala panas bumi di daerah Lompio diduga tidak berkaitan dengan kegiatan vulkanik. Manifestasi panas bumi dipermukaan berupa mata air panas dengan kisaran temperatur 45 - 78 °C, dengan debit mencapai 100 l/detik yang muncul di daerah antara morfologi pedataran dan perbukitan, serta adanya alterasi dengan intensitas yang lemah hingga sedang. Air panas Lompio di daerah diperkirakan merupakan fluida reservoir yang didominasi oleh air panas klorida netral dengan temperatur reservoir diperkirakan 180 °C, diperoleh dari pendekatan hasil perhitungan

menggunakan persamaan geotermometer minimum dari SiO<sub>2</sub> (150 °C), dan geotermometer maksimum dari NaK (217 °C). Daerah *upflow* terindikasi dari geofisika terdapat di sekitar mata air panas Lompio ini. Adanya bau gas H<sub>2</sub>S yang tercium di lokasi air panas Lompio mengindikasikan adanya gas magmatik dari kedalaman yang muncul melalui zona lemah di sini. Sumber panas diduga berupa kantung-kantung magma di bawah Gunung Sitiau dan retas-retas batuan andesit - diorit dan dike/ intrusi granit Sitiau. Zone reservoir diperkirakan berada pada batuan yang berumur Tersier (Miosen Tengah - Atas) dan Kapur yang telah terkena proses tektonik. Daerah ini merupakan daerah batuan berpermeabilitas tinggi dengan tingkat kesarangan yang bagus. Batuan penudung diduga berupa batuan-batuan lempung penudung dari batuan granit Sitiau, granit Tinjuawo dan batuan metamorfik. (**Gambar. 2**).

Secara geologi, sumber panas dari sistim panasbumi Tambu diperkirakan berupa batuan plutonik muda yang tidak muncul ke permukaan, satu generasi dengan retas-retas diorit yang berumur Pliosen Akhir. Keberadaan sumber panas tersebut diperkirakan berada di bawah permukaan kolam air panas Mapane Tambu pada kedalaman yang belum diketahui. Batuan plutonik tersebut dianggap masih memungkinkan

untuk menyimpan sisa panas dari dapur magma. Lokasi manifestasi yang berada pada suatu zona hancuran (struktur), bahkan pada zona depresi yang memiliki struktur geologi yang kompleks merupakan hal yang wajar untuk terjadinya terobosan magma ke permukaan dan membentuk suatu sistem panas bumi. Lapisan reservoir panas bumi diduga merupakan batuan malihan yang bersifat permeabel karena banyak memiliki banyak struktur rekahan (*fracture*) akibat tingginya intensitas tektonik di daerah ini. Lokasi keberadaan reservoir di bawah permukaan memerlukan hasil evaluasi dari metode geofisika sedangkan lapisan penudung (*cap rock*) diperkirakan merupakan lempung hasil dari proses alterasi terhadap batuan malihan. Pembentukan lempung (*clay cap*) pada bagian atas reservoir dimungkinkan karena adanya interaksi antara fluida panas dari reservoir dengan batuan malihan di sekitarnya (**Gambar 3**).

## METODOLOGI

Penyelidikan aliran panas ini dimaksudkan untuk memetakan aliran panas secara vertikal dan horizontal pada daerah anomali dan daerah prospek disekitar manifestasi panas bumi dengan mengkaji morfologi, satuan batuan, pola struktur, serta mempelajari semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi

di daerah Lompio - Tambu, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah.

Tahapan penyelidikan aliran panas yang dilakukan, yaitu kajian literatur dan hasil, penyelidikan terpadu lapangan dan pengolahan data serta analisis laboratorium.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Pengukuran Konduktivitas Panas Sampel Batuan/Tanah

Pengambilan contoh batuan/tanah diambil mulai di sekitar kedalaman 5 – 10 meter dari setiap lubang. Selanjutnya, sampel batuan/tanah diseleksi untuk keperluan analisis di laboratorium terutama analisis sifat *thermal conductivity*.

Pada daerah Lompio konduktivitas tinggi yang berwarna hijau sampai dengan merah berada di sekitar manifestasi air panas Lompio dimana lingkungan geologinya berupa batuan malihan dan granit, sedangkan pada sebelah selatan penyelidikan terdapat nilai konduktivitas panas tinggi dan berada di sekitar manifestasi air panas Ombo dimana lingkungan geologinya berupa batu gamping. Untuk konduktivitas panas sedang dan rendah yang berwarna biru muda hingga biru mendominasi di daerah penyelidikan yang lingkungan geologinya berasosiasi dengan endapan permukaan dan batuan malihan yang terlapukkan (**Gambar 4**).

Sebaliknya pada daerah Tambu, nilai konduktivitas panas tinggi tidak berada pada sekitar manifestasi air panas Tambu melainkan berada di selatan dari air panas dimana berasosiasi dengan batuan granit sedangkan di sekitar air panas nilai konduktivitas panas antara rendah hingga sedang yang berasosiasi dengan endapan permukaan (**Gambar 5**).

### **Sebaran Temperatur Dasar Lubang Bor**

Sebaran temperatur dasar lubang di daerah Lompio terlihat pada **Gambar 6** dengan menggunakan nilai ambang atau *background* sebesar  $33,20^{\circ}\text{C}$  maka temperatur yang mempunyai nilai lebih tinggi dari  $33,20^{\circ}\text{C}$  adalah temperatur anomali (garis putus-putus hitam). Dari gambar tersebut terlihat ada 2 daerah anomali yang muncul tetapi tidak terlalu luas penyebarannya, yaitu di sekitar air panas Lompio dan di sekitar desa Dompu dimana anomali ini berasosiasi dengan lingkungan geologi batuan malihan. Luas daerah anomali mencapai  $\pm 1,55 \text{ km}^2$ .

Sebaran temperatur dasar lubang di daerah Tambu terlihat pada **Gambar 7** dengan menggunakan nilai ambang atau *background* sebesar  $31,45^{\circ}\text{C}$  maka temperatur yang mempunyai nilai lebih tinggi dari  $31,45^{\circ}\text{C}$  adalah temperatur anomali (garis putus-putus hitam). Dari gambar tersebut terlihat anomali hanya

muncul disekitar air panas Tambu dengan luas sebaran sekitar  $\pm 4,11 \text{ km}^2$  dan berasosiasi dengan lingkungan geologi endapan permukaan.

### **Sebaran Gradien Temperatur Permukaan**

Sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Lompio terlihat pada **Gambar 8** dimana nilai gradien termal yang terukur berkisar antara  $0,003$  hingga  $0,310^{\circ}\text{C/m}$  dengan rata – rata  $0,069^{\circ}\text{C/m}$ , menggunakan metode grafik probabilitas didapatkan nilai latar atau *background* sebesar  $0,15^{\circ}\text{C/m}$  maka diatas nilai tersebut merupakan anomali. Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa secara umum terdapat 2 (dua) zona anomali (garis putus-putus hitam) yaitu terdapat di sekitar air panas Lompio yang berasosiasi dengan lingkungan geologi batuan malihan dan granit, kemudian yang lainnya berada di desa Sipi dan sekitarnya yang berasosiasi dengan lingkungan geologi endapan permukaan. Total luas zona anomali gradien termal di daerah Lompio dengan mengambil nilai latar  $0,15^{\circ}\text{C/m}$  adalah  $\pm 4,14 \text{ km}^2$ .

Sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Tambu terlihat pada **Gambar 9** dimana nilai gradien termal yang terukur berkisar antara  $0,010$  hingga  $0,810^{\circ}\text{C/m}$  dengan rata – rata  $0,092^{\circ}\text{C/m}$ , menggunakan metode grafik probabilitas didapatkan nilai latar

atau *background* sebesar  $0,28^{\circ}\text{C}/\text{m}$  maka diatas nilai tersebut merupakan anomali. Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa secara umum zona anomali (garis putus-putus hitam) hanya muncul di sekitar air panas Tambu yang berasosiasi dengan lingkungan geologi endapan permukaan. Luas zona anomali gradien termal didaerah Tambu dengan mengambil nilai latar  $0,28^{\circ}\text{C}/\text{m}$  adalah  $\pm 3,03 \text{ km}^2$ .

### Sebaran Aliran Panas Permukaan

Sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Lompio terlihat pada **Gambar 10** dimana nilai aliran panas yang terukur berkisar antara  $0,007$  hingga  $0,819 \text{ W}/\text{m}^2$  dengan rata – rata  $0,176 \text{ W}/\text{m}^2$ , menggunakan metode grafik probabilitas didapat nilai  $0,399 \text{ W}/\text{m}^2$  sebagai nilai latar (*background*) maka nilai aliran panas lebih dari  $0,399 \text{ W}/\text{m}^2$  termasuk anomali. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa secara umum sebaran anomali aliran panas relatif sama dengan sebaran anomali gradien termal yaitu terdapat di sekitar air panas Lompio yang berasosiasi dengan lingkungan geologi batuan malihan dan granit, kemudian yang lainnya berada di desa Sipi dan sekitarnya yang berasosiasi dengan lingkungan geologi endapan permukaan. Total luas zona anomali aliran panas didaerah Lompio dengan mengambil nilai latar  $0,399 \text{ W}/\text{m}^2$  adalah  $\pm 3,42 \text{ km}^2$ .

Sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Tambu terlihat pada **Gambar 11** dimana nilai aliran panas yang terukur berkisar antara  $0,025$  hingga  $1,879 \text{ W}/\text{m}^2$  dengan rata – rata  $0,222 \text{ W}/\text{m}^2$ , menggunakan metode grafik probabilitas didapat nilai  $0,657 \text{ W}/\text{m}^2$  sebagai nilai latar (*background*) maka diatas nilai tersebut termasuk anomali. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa secara umum sebaran anomaly aliran panas relatif sama dengan sebaran anomali gradien termal yaitu terdapat di sekitar air panas Tambu yang berasosiasi dengan lingkungan geologi endapan permukaan. Total luas zona anomali aliran panas didaerah Tambu dengan mengambil nilai latar  $0,657 \text{ W}/\text{m}^2$  adalah  $\pm 2,67 \text{ km}^2$ .

## PEMBAHASAN

### Lompio

Hasil kompilasi dengan peta geologi, geofisika dan peta penyebaran Merkuri menunjukkan zone anomali di sekitar mataair panas Lompio dan zona anomali ini

berkorelasi dengan hampir semua zone anomali survei aliran panas permukaan. Hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali gradien termal, anomali temperatur dasar lubang, anomali aliran panas serta anomali geofisik dan distribusi merkuri (**Gambar 12**), terdapat konsistensi di sekitar pemunculan air panas Lompio.

Konsistensi ini kemungkinan berkaitan erat dengan batuan plutonik muda yang tidak muncul ke permukaan yang diperkirakan menjadi sumber panas dari sistem panas bumi Lompio. Secara keseluruhan hasil survei aliran panas ini tidak menghasilkan zona anomali aliran panas permukaan yang baru, masih sangat dikontrol oleh keberadaan manifestasi panas bumi Lompio.

### Tambu

Hasil pengukuran temperatur dasar sumur, gradien temperatur permukaan dan aliran panas permukaan di daerah Tambu menunjukkan zona anomali hanya terkonsentrasi di sekitar manifestasi air panas Tambu dimana sumber panas yang diperkirakan berhubungan dengan batuan plutonik muda yang tidak muncul ke permukaan. Hasil kompilasi dengan peta geologi, geofisika dan peta penyebaran Merkuri menunjukkan zone anomali di sekitar mataair panas Tambu dan zona anomali ini berkorelasi dengan hampir semua zone anomali survei aliran panas permukaan. Hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali gradien termal, anomali temperatur dasar lubang, anomali aliran panas serta anomali geofisik dan distribusi merkuri (**Gambar 13**), terdapat konsistensi di sekitar pemunculan air panas Tambu. Konsistensi ini kemungkinan berkaitan erat dengan batuan plutonik muda yang

tidak muncul ke permukaan yang diperkirakan menjadi sumber panas dari sistem panas bumi Tambu. Secara keseluruhan hasil survei aliran panas ini tidak menghasilkan zona anomali aliran panas permukaan yang baru, masih sangat dikontrol oleh keberadaan manifestasi panas bumi Tambu.

### KESIMPULAN

Dari hasil survei aliran panas permukaan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil pengukuran diketahui untuk daerah Lompio temperatur dasar lubang berkisar antara 28,75 hingga 35,18<sup>0</sup>C, dengan temperatur tertinggi adalah 35,18<sup>0</sup>C yang didapat dari dasar lubang LP-01 yang berada di dekat manifestasi air panas Lompio dengan luas daerah anomali mencapai ± 1,55 km<sup>2</sup>, sedangkan untuk daerah Tambu temperatur dasar lubang berkisar antara 28,24 hingga 33,03<sup>0</sup>C dengan dengan temperatur tertinggi adalah 33,03<sup>0</sup>C adalah nilai maksimum yang didapat dari dasar lubang TB-01 yang berada di dekat manifestasi air panas Tambu dengan luas sebaran sekitar ± 4,11 km<sup>2</sup>.
- Sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Lompio berkisar antara 0,003 hingga 0,310<sup>0</sup>C/m dengan total luas zona anomali

adalah  $\pm 4,14 \text{ km}^2$ , sedangkan sebaran nilai gradien termal permukaan di daerah Tambu berkisar antara  $0,010$  hingga  $0,810^\circ\text{C/m}$  dengan luas zona anomali adalah  $\pm 3,03 \text{ km}^2$ .

- Sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Lompio berkisar antara  $0,007$  hingga  $0,819 \text{ W/m}^2$  dengan total luas zona anomali adalah  $\pm 3,42 \text{ km}^2$ , sedangkan sebaran nilai aliran panas (*heat flow*) di daerah Tambu berkisar antara  $0,025$  hingga  $1,879 \text{ W/m}^2$  dengan total luas zona anomali aliran panas adalah  $\pm 2,67 \text{ km}^2$ .
- Dari hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali gradien termal, anomali temperatur dasar lubang, anomali aliran panas serta anomali geofisik dan distribusi merkuri di daerah Lompio terdapat konsistensi di sekitar pemunculan air panas Lompio. Hal ini berlaku pula pada daerah Tambu dimana hasil kompilasi geosains dan aliran juga menunjukkan konsistensi di sekitar daerah air panas Tambu.

## SARAN

Hasil kompilasi data 3-G dan survei aliran panas permukaan dapat dijadikan sebagai acuan dalam melakukan survei lanjutan seperti survei Magnetotellurik dan Landaian Suhu (jika layak diperlukan).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang membantu dalam pembuatan tulisan ini, yang telah memberi kemudahan dalam mengakses data yang diperlukan

## DAFTAR PUSTAKA

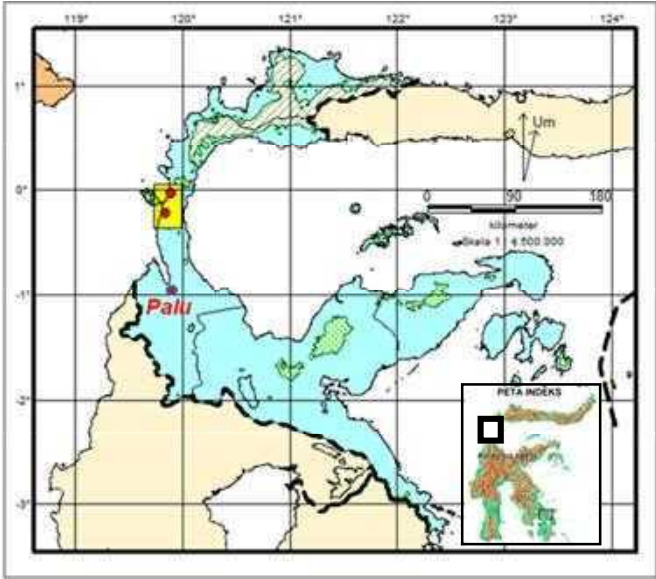
- Fournier, R.O., (1981),** *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System : Principles and Case Histories"*. John Willey & Sons, New York.
- Giggenbach, W.F., (1988),** *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na – K - Mg – Ca Geo Indicators*, *Geochemica Acta* 52, 2749 – 2765.
- Mahon K., Ellis, A.J., (1977),** *Chemistry and Geothermal System*, Academic Press, Inc. Orlando.
- Stuwe, K. (2007),** *Geodinamics of The Lithosphere*, 2th edition, Springer Berlin.
- Tim Pengembangan Metode Termal (1997),** Pengukuran Aliran Panas Daerah Guci- Jawa Tengah, PPPTMGB "LEMIGAS".
- Tim Survei Terpadu (2005),** Survei Terpadu Geologi Geokimia Daerah Panas Bumi Lompio, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah, Pusat Sumber Daya Geologi.

**Tim Survei Terpadu (2006)**, Survei Terpadu Geologi Geokimia Daerah Panas Bumi Tambu, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah, Pusat Sumber Daya Geologi.

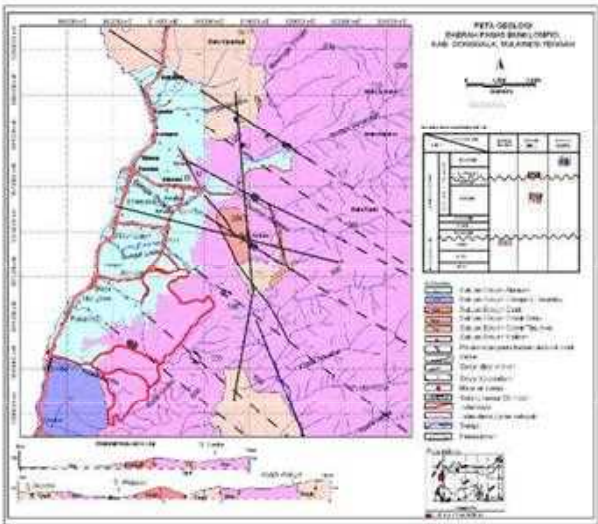
**Tim Survei Aliran Panas (2010)**, Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Limbong, Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan, Pusat Sumber Daya Geologi.

**Tim Survei Aliran Panas (2011)**, Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Lainea, Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara, Pusat Sumber Daya Geologi.

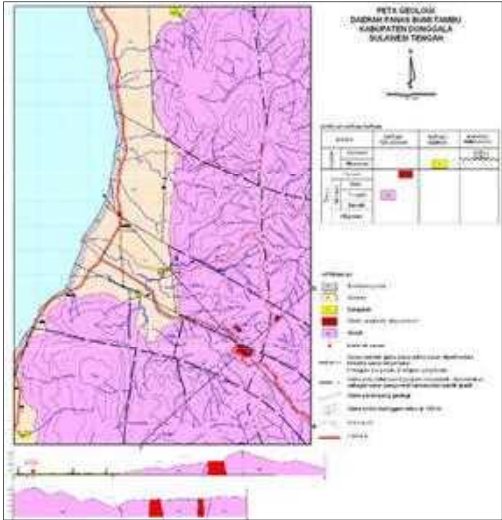
**Tim Survei Aliran Panas (2011)**, Survei Aliran Panas Daerah Panas Bumi Kampala, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan, Pusat Sumber Daya Geologi.



Gambar 1 Peta Lokasi Daerah Penyelidikan

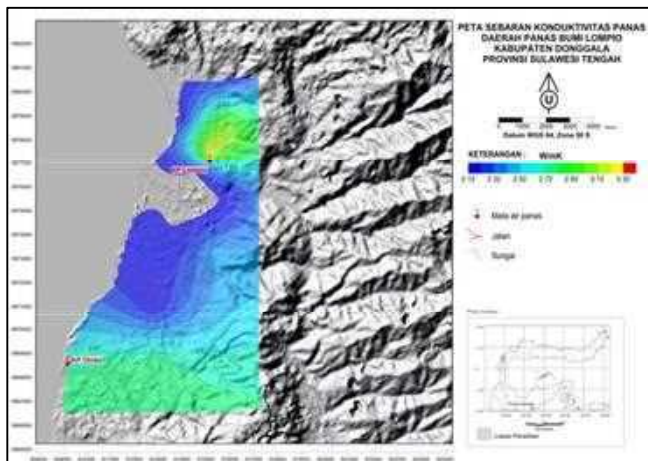


Gambar 2 Peta Geologi Daerah Lompio

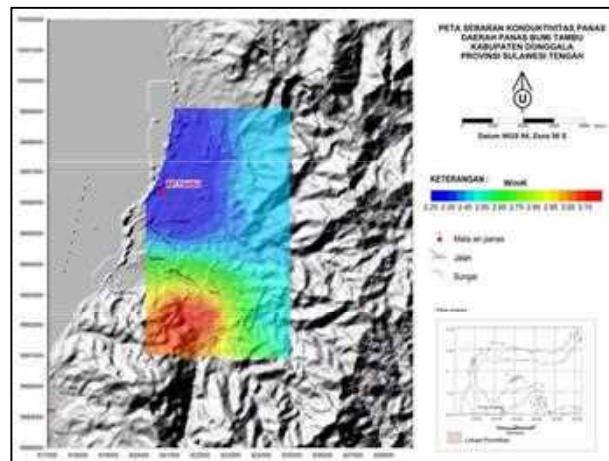


Gambar 3 Peta Geologi Daerah Tambu

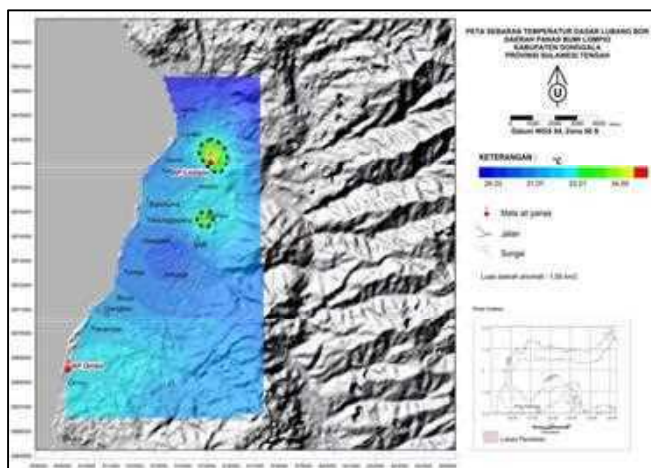




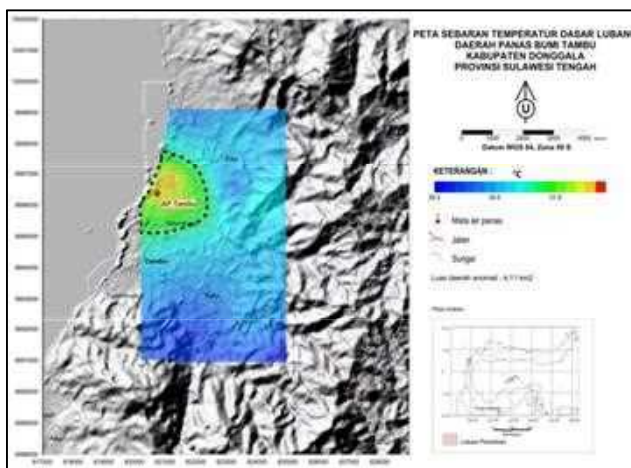
**Gambar 4** Peta sebaran konduktivitas panas Daerah Lompio



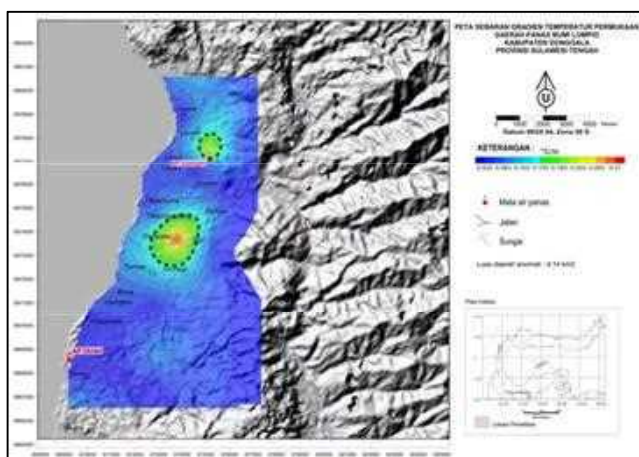
**Gambar 5** Peta sebaran konduktivitas panas Daerah Tambu



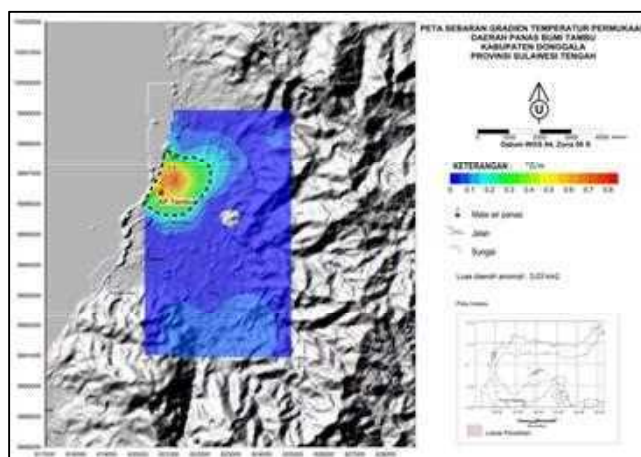
**Gambar 6** Peta sebaran temperatur dasar lubang bor Daerah Lompio



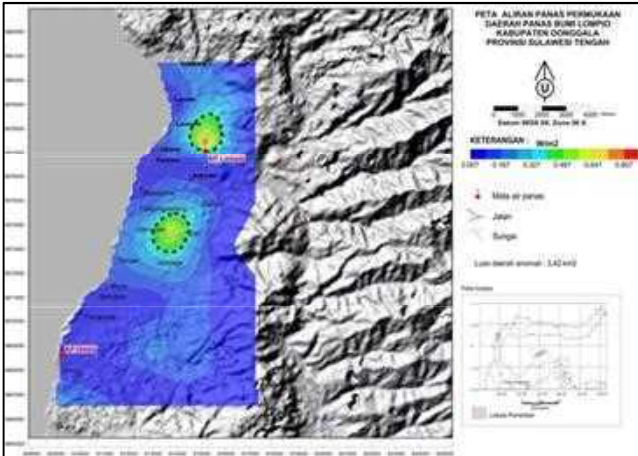
**Gambar 7** Peta sebaran temperatur dasar lubang bor Daerah Tambu



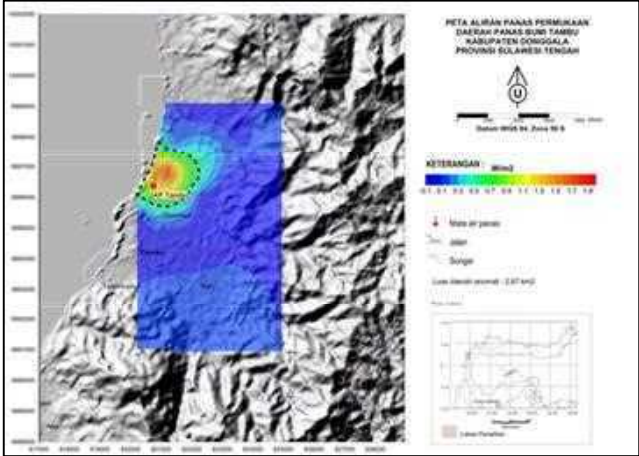
**Gambar 8** Peta sebaran gradient temperatur Daerah Lompio



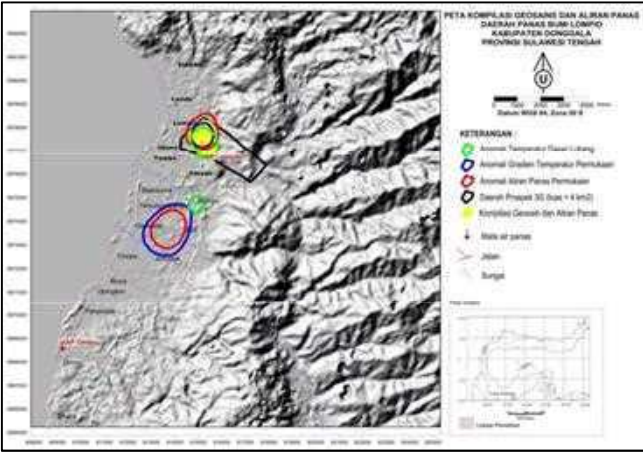
**Gambar 9** Peta sebaran gradient temperatur Daerah Tambu



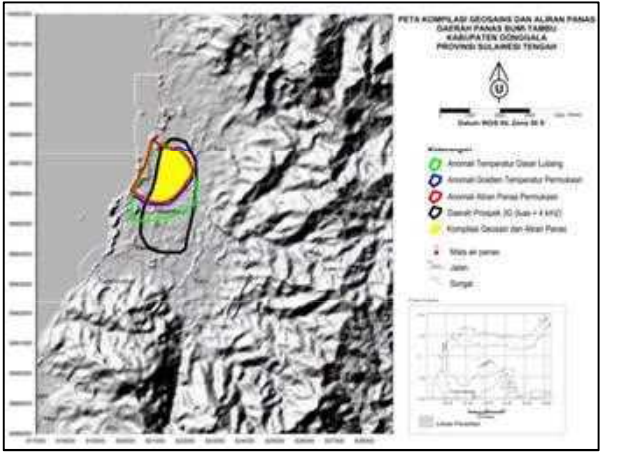
Gambar 10 Peta sebaran aliran panas Daerah Lompio



Gambar 11 Peta sebaran aliran panas Daerah Tambu



Gambar 12 Peta kompilasi geosains dan aliran panas Daerah Lompio



Gambar 13 Peta kompilasi geosains dan aliran panas Daerah Tambu

**SURVEI ALIRAN PANAS  
DAERAH PANAS BUMI SUWAWA  
KABUPATEN BONE BOLANGO PROVINSI GORONTALO**

**Robertus S. L. Simarmata, Sri Widodo, Arif Munandar, Moch. Budiraharja**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi

**SARI**

Secara administratif daerah panas bumi Suwawa termasuk dalam wilayah Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Daerah panas bumi Suwawa secara umum berada pada tatanan geologi yang didominasi oleh batuan vulkanik, intrusi dan endapan permukaan.

Gejala panas bumi diperlihatkan oleh sejumlah manifestasi panas bumi berupa mata air panas dengan temperature maksimum mencapai 81°C di Libungo yang berada di sebelah selatan daerah penyelidikan.

Temperatur dasar lubang bor berkisar antara 29,52 – 71,96 °C, dengan luas anomali sekitar 1,5 km<sup>2</sup>, gradien temperatur berkisar antara 0,07 – 1,76°C/m, dengan luas anomali sekitar 2,38 km<sup>2</sup> dan aliran panas permukaan berkisar antara 0,008 hingga 4,458 W/m<sup>2</sup>, dengan luas anomali adalah lebih dari 2,25 km<sup>2</sup>.

Pola anomali dari temperatur dasar lubang, gradien temperatur permukaan dan aliran panas permukaan memperlihatkan adanya irisan pada bagian selatan daerah penyelidikan yang berada di sekitar manifestasi Libungo dan berada dalam daerah prospek 3G daerah panas bumi Suwawa.

Katakunci : panas bumi, Suwawa, Libungo, temperatur, gradien temperatur, aliran panas

**PENDAHULUAN**

Secara administratif daerah panas bumi Suwawa termasuk dalam wilayah Kecamatan Suwawa, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo. Luas daerah untuk survei geologi adalah (10 x 8) km<sup>2</sup>, berada pada posisi geografis antara 123° 6' 0.3996" - 123° 11' 19.42224" BT dan 0° 34' 11.661744" - 0° 29' 51.35802" LS (Gambar 1).

Secara umum penyebaran batuan di daerah panas bumi Suwawa di bagian utara disusun oleh batuan Plutonik seperti Granit, Diorit. Sedangkan di bagian selatan didominasi batuan produk Bilungala dan batuan vulkanik Pinogoe berumur Tersier Atas-Kuarter Bawah /Andesit, piroklastik (Gambar. 2).

Terdapat dua sistem panas bumi di daerah penyelidikan. Sistem panas bumi yang pertama pada daerah manifestasi Lombongo dan Pangi, dengan struktur sesar normal Pangi dan Lombongo yang berperan mengontrol pemunculan manifestasinya, sumber panas diperkirakan berasal dari tubuh plutonik muda yang tidak muncul di permukaan pada kedalaman yang tidak diketahui. Sistem panas bumi yang kedua adalah sistem panas bumi daerah Libungo. Tubuh vulkanik Pinogoe aktivitas termuda berumur Kuartar bawah diduga sebagai sumber panas dari magma sisa yang masih dangkal pada sistem panas bumi Libungo.

## METODOLOGI

Penyelidikan Aliran Panas ini dimaksudkan untuk memetakan aliran panas secara vertikal dan horizontal pada daerah anomali dan daerah prospek di sekitar manifestasi panas bumi dengan mengkaji morfologi, satuan batuan, pola struktur, serta mempelajari semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi di daerah Suwawa.

Tahapan penyelidikan aliran panas yang dilakukan, yaitu kajian literatur, hasil penyelidikan pendahuluan lapangan, dan pengolahan data serta analisis laboratorium.

## HASIL PENYELIDIKAN

### Pengukuran Konduktivitas Panas Sampel Batuan/Tanah

Pengambilan contoh batuan/tanah diambil mulai di sekitar kedalaman 5 – 10 meter dari setiap lubang. Selanjutnya, sampel batuan/tanah diseleksi untuk keperluan analisis-analisis di laboratorium terutama analisis sifat *thermal conductivity*.

Hasil pengukuran pada sampel-sampel tersebut (kode sampel SW) terlihat pada tabel berikut ini,

Tabel Hasil Pengukuran Konduktivitas Panas Batuan/Tanah

No.	Sample	Konduktivitas Panas (W/mK)
1	SW-03	3.02
2	SW-13	2.12
3	SW-30	2.27
4	SW-28	4.51
5	SW-18	3.55
6	SW-01	2.53

Daerah dengan nilai konduktivitas panas tinggi (warna merah hingga kuning pada peta) berasosiasi dengan batuan segar berupa batuan vulkanik tersier berjenis lava andesit dan batuan piroklastik yang masih segar, sedangkan nilai konduktivitas panas batuan sedang sampai lemah (warna hijau hingga biru pada peta) berasosiasi dengan batuan vulkanik tersier yang telah mengalami ubahan dan endapan

aluvial berupa hasil rombakan dari batuan yang lebih tua (Gambar 3).

### **Sebaran Temperatur Dasar Lubang Bor**

Dari hasil pengukuran diketahui temperatur dasar lubang berkisar antara 29,52 hingga 71,96°C dengan rata-rata 32,81°C. Nilai 29,52°C merupakan nilai minimal temperatur yang terukur di lubang SW-12 yang berada diluar daerah prospek, sedangkan 71,96°C adalah nilai maksimum yang didapat dari dasar lubang SW-1 yang berada di dekat manifestasi permukaan berupa mata air panas Libungo. Dari hasil perhitungan statistik dengan menggunakan grafik probabilitas diperoleh nilai ambang atau *background* sebesar 33,11°C, sehingga temperatur yang mempunyai nilai lebih tinggi dari 33,11°C adalah temperatur anomali (garis putus-putus hitam).

Penyebaran zona anomali temperatur lebih dari 33,11°C berada pada dua lokasi yaitu di bagian selatan dimana berada pada sekitar manifestasi air panas Libungo yang lingkungan geologinya adalah batuan vulkanik berupa lava andesit Pinogo Muda dan lava andesit dasitan Bilungala, sedangkan lokasi yang berikutnya berada di timur laut daerah penyelidikan dimana berada pada sekitar manifestasi air panas Lombong yang lingkungan geologinya adalah aliran piroklasitik Pinogo dan lava andesit dasitan

Bilungala. Total luas areal daerah anomali di bagian barat, tengah dan timur mencapai 1,5 km<sup>2</sup> (Gambar 4).

### **Sebaran Gradien Temperatur Permukaan**

Distribusi nilai landaian suhu permukaan di daerah penyelidikan terlihat pada Gambar 5, dengan menggunakan metode grafik probabilitas didapatkan nilai latar atau *background* sebesar 0,23°C/m maka nilai gradien termal tersebut merupakan anomali.

Secara umum zona anomali terdapat di bagian barat laut, barat daya, dan tenggara. Nilai gradien termal yang terukur berkisar antara 0,07 hingga 1,76°C/m dengan rata – rata 0,17°C/m. Penyebaran zona anomali gradien termal daerah penyelidikan terdapat di bagian selatan ke arah tengah dari daerah penyelidikan yang berasosiasi dengan lingkungan geologi batuan vulkanik berupa lava andesit Pinogo Muda dan lava andesit dasitan Bilungala serta berasosiasi juga dengan manifestasi panas bumi berupa mata air panas Libungo. Zona anomali ini masih terbuka ke arah selatan dari daerah penyelidikan. Zona anomali yang lain berada pada timur laut daerah penyelidikan dan berada di sekitar manifestasi air panas Lombong yang masih membuka ke arah timur laut yang berasosiasi dengan lingkungan geologi aliran piroklasitik Pinogo dan lava andesit dasitan

Bilungala dan belum diketahui pasti berapa luas areal anomali ini karena masih terbuka ke arah timur laut dari lokasi penyelidikan.

Total zona anomali gradien termal di daerah penyelidikan dengan mengambil nilai latar  $0,23^{\circ}\text{C}/\text{m}$  adalah lebih dari  $2,38 \text{ km}^2$  (garis putus-putus pada Gambar 5).

### Sebaran Aliran Panas Permukaan

Istilah aliran panas atau *heat flow* didefinisikan sebagai aliran sejumlah panas yang merambat melalui media padat (batuan/tanah) secara konduktif per satuan luas. Satuan aliran panas dalam sistem Internasional (SI) adalah  $\text{W}/\text{m}^2$  atau  $\text{mW}/\text{m}^2$ . Satuan lain yang biasa digunakan adalah HFU (*heat flow unit*) dimana  $1 \text{ HFU} = 41,9 \text{ mW}/\text{m}^2$ .

Menurut Stuwe, 2007 besarnya nilai rata-rata aliran panas di dataran atau kontinen berkisar antara  $60 - 65 \text{ mW}/\text{m}^2$  sedangkan di samudera atau kerak samudera berkisar antara  $10 - 30 \text{ mW}/\text{m}^2$ . Jika nilai di atas dijadikan nilai latar (*background*) maka nilai aliran panas yang bernilai lebih dari  $60 \text{ mW}/\text{m}^2$  merupakan anomali, akan tetapi nilai *background* ini bervariasi di setiap tempat di muka bumi ini, tergantung geologi *setting* daerah tersebut.

Dikarenakan survei aliran panas yang dilaksanakan hanya dilakukan di permukaan saja, maka nilai aliran panas yang dihasilkan hanya

merepresentasikan nilai aliran panas permukaan dan tidak menggambarkan aliran panas di bawah permukaan.

Peta distribusi nilai aliran panas (*heat flow*) di lokasi penyelidikan terlihat pada Gambar 6. Dengan menggunakan metode grafik probabilitas didapat nilai  $0,74 \text{ W}/\text{m}^2$  sebagai nilai latar (*background*) maka nilai aliran panas lebih dari  $0,74 \text{ W}/\text{m}^2$  termasuk anomali. Nilai aliran panas (*heat flow*) berkisar antara  $0,008$  hingga  $4,458 \text{ W}/\text{m}^2$ , dengan rata-rata  $0,35 \text{ W}/\text{m}^2$ .

Zona anomali aliran panas permukaan hanya muncul di sebelah selatan yang berada di sekitar manifestasi air panas Libungo kemudian memanjang ke tengah daerah penyelidikan dengan pola melidah. Zona ini berasosiasi lingkungan geologi batuan vulkanik berupa Aliran Piroklastik Pinogo, lava andesit Pinogo Muda, dan lava andesit dasitan Bilungala. Anomali aliran panas ini masih membuka ke arah selatan daerah penyelidikan.

Luas anomali aliran panas permukaan di lokasi penyelidikan adalah lebih dari  $2,25 \text{ km}^2$  karena anomali ini masih terbuka ke arah selatan daerah penyelidikan.

### PEMBAHASAN

Survei aliran panas yang dilakukan di daerah penyelidikan hanya dilakukan di permukaan saja, yaitu pada lubang bor yang berkedalaman antara  $5 - 10 \text{ m}$ .

Nilai aliran panas yang didapatkan juga berupa nilai aliran panas di permukaan dan tidak merepresentasikan nilai aliran panas bawah permukaan.

Secara umum penyebaran batuan di daerah panas bumi Suwawa di bagian utara disusun oleh batuan Plutonik seperti Granit, Diorit. Sedangkan di bagian selatan didominasi batuan produk Bilungala dan batuan vulkanik Pinogoe berumur Tersier Atas-Kuarter Bawah (Andesit, piroklastik). Tegangan struktur berarah barat – timur yang ter-rejuvenasi dan membentuk struktur muda di daerah ini merupakan resultan dari dua gaya yang ada dan juga menghasilkan gaya *releasing* yang diduga kuat memicu pemunculan manifestasi panas bumi, dan pembentukan sistem rekahan (*fracture system*) sebagai reservoir.

Terdapat 2 (dua) kelompok manifestasi panas bumi, yaitu Libungo dan (satu) daerah manifestasinya, sumber panas diperkirakan berasal dari tubuh plutonik muda yang tidak muncul di permukaan pada kedalaman yang tidak diketahui. Sistem panas bumi yang kedua adalah sistem panas bumi daerah Libungo. Tubuh vulkanik Pinogoe aktivitas termuda berumur Kuarter bawah diduga sebagai sumber panas dari magma sisa yang masih dangkal pada sistem panas bumi Libungo.

Temperatur air panas tertinggi mencapai 81°C di mata air panas Libungo sedangkan temperature tertinggi

di dasar sumur pengamatan aliran panas (titik bor SW-01) pada kedalaman 10 m mencapai 71,96°C.

Hasil pengukuran temperatur dasar sumur pengamatan menunjukkan bahwa zona anomali temperatur hanya terkonsentrasi di dua lokasi yaitu disebelah selatan dan timur laut. Pengukuran gradient temperatur permukaan menghasilkan tiga daerah anomali yaitu di bagian selatan, tengah dan timurlaut. Di bagian selatan dan tengah berasosiasi dengan mata air panas Libungo yang berhubungan produk vulkanik gunung Pinogoe, sedangkan bagian timur laut berasosiasi dengan mata air panas Lombongo yang sumber panas berhubungan dengan batuan plutonik yang tidak muncul di permukaan.

Dari hasil penghitungan aliran panas bumi, yaitu Libungo dan (satu) daerah anomali yaitu pada bagian selatan dan menerus ke bagian tengah daerah penyelidikan dimana pada bagian tengah tersebut merupakan daerah aluvial sehingga di perkirakan bahwa ada struktur yang tertutup oleh endapan aluvial tersebut yang mengontrol penyebaran aliran panas tersebut dan hal ini bisa dilihat dari penyebaran manifestasi dari kelompok mataair panas Libungo dari selatan menuju ke tengah.

Hasil kompilasi dengan peta geologi, geofisika dan peta penyebaran Merkuri menunjukkan zona anomali di

sekitar mata air panas Libungo dan zona anomali ini berkorelasi dengan hampir semua zona anomali survei aliran panas permukaan.

Hasil kompilasi dari beberapa zona anomali yaitu, anomali gradien temperatur, anomali temperatur dasar lubang, anomali aliran panas serta anomali geofisika dan distribusi merkuri (Gambar 7), terdapat konsistensi di bagian selatan sampai tengah daerah penyelidikan. Konsistensi ini kemungkinan berkaitan erat dengan sisa aktivitas vulkanik gunung Pinogoe yang membentuk sistem panas bumi pada mata air panas Libungo.

## KESIMPULAN

Dari hasil survei aliran panas permukaan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Temperatur dasar lubang bor berkisar antara 29,52 – 71,96°C, dengan temperatur tertinggi berada di lokasi titik bor SW-1 yaitu di sekitar mata air panas Libungo dengan luas anomali sekitar 1,5 km<sup>2</sup>.
- Gradien temperatur permukaan berkisar antara 0,07 – 1,76°C/m, dengan nilai tertinggi berada di titik SW-1 dengan luas anomali sekitar 2,38 km<sup>2</sup>.
- Aliran panas permukaan berkisar antara 0,008 hingga 4,458 W/m<sup>2</sup>, dengan rata-rata 0,35 W/m<sup>2</sup>, dengan rata-rata 0,35 W/m<sup>2</sup>. Luas anomali

aliran panas permukaan di lokasi penyelidikan adalah lebih dari 2,25 km<sup>2</sup>.

- Pola anomali dari temperatur dasar lubang, gradien temperatur permukaan dan aliran panas permukaan memperlihatkan adanya irisan pada bagian selatan daerah penyelidikan yang berada di sekitar manifestasi Libungo dan berada dalam daerah prospek 3G daerah panas bumi Suwawa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang membantu dalam pembuatan tulisan ini, yang telah memberi kemudahan dalam mengakses data yang diperlukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Apandi. T, dkk, (1997).** dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung melakukan pemetaan Geologi Lembar Kotamobagu, Sulawesi skala 1 : 250.000.
- Bachri, S., dan Alzwar,M., (1975):** Kegiatan Inventarisasi Kenampakan Gejala Panas bumi di Daerah Gorontalo, Dinas Vulkanologi, Bandung, unpubl.

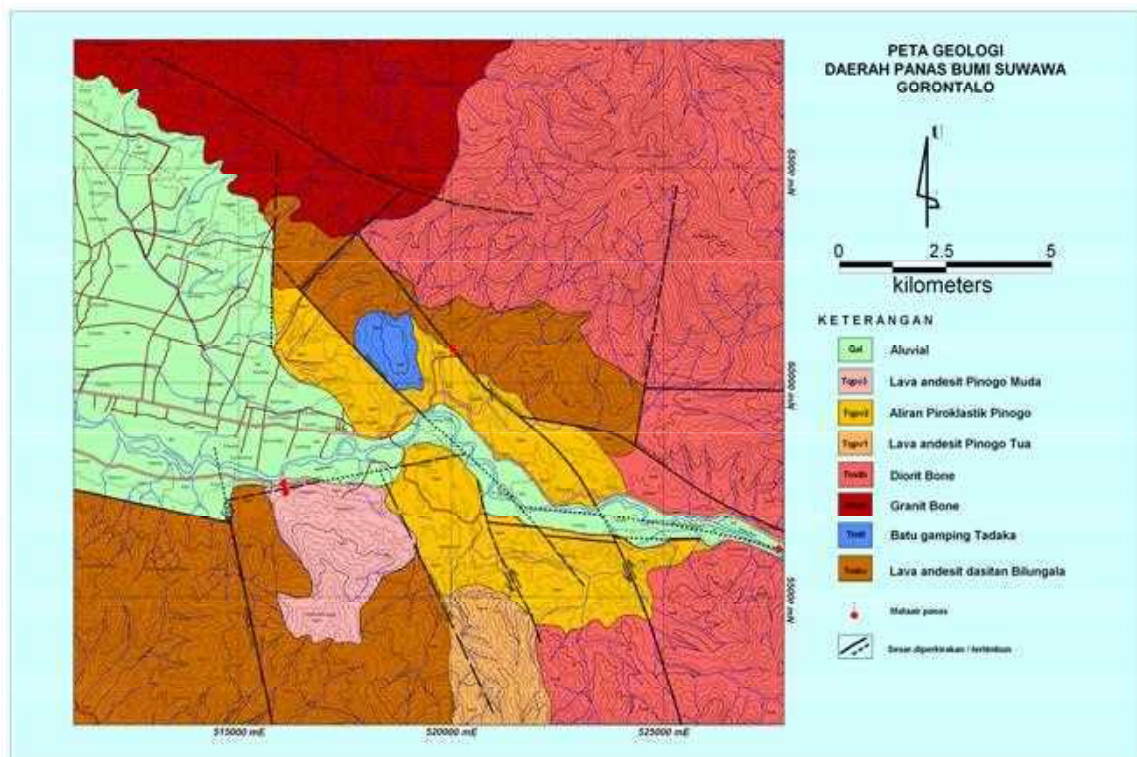


- Bemmelen, R.W. Van (1949)**, dalam bukunya *The Geology of Indonesia*.
- Djuri dan Sudjarmiko, 1974**, Geologi Lembar Majene dan Palopo bagian barat, Gorontalo, Direktorat Geologi, Bandung
- Fournier, R.O., (1981)**, *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, "Geothermal System : Principles and Case Histories*. John Willey & Sons, New York.
- Giggenbach, W.F., (1988)**, *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na – K – Mg – Ca Geo Indicators*, *Geochemica Acta* 52, 2749 – 2765.
- Mahon K., Ellis, A.J., (1977)**, *Chemistry and Geothermal system*, Academic Press, Inc. Orlando.
- Radja, V.T ., 1970**, dalam laporan *Geothermal Energy Prospect in South Sulawesi, Indonesia*”, Power Research Institute, Jakarta
- Ratman, N. dkk. (1993)**, Geologi lembar Mamuju, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simandjuntak, T.O., dkk. (1993)**, Geologi lembar Mamuju, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Supramono (1974)**. dalam rangka kegiatan inventarisasi manifestasi panas bumi di daerah Maluku Utara (P. Makian, P. Tidore, P. Halmahera), daerah Gorontalo dan Kepulauan Sangihe Talaut (Sulawesi Utara),
- S. Bachri, Sukido, N. Ratman (1993)**, Geologi regional/ Geologi bersistem P3G, pemetaan Geologi Regional Lembar Tilamuta, Sulawesi, skala 1: 250.000”.
- Tim Survei Terpadu, 2005**, Survey Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika, Daerah Panas Bumi Suwawa, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo. Laporan Subdit. Panas Bumi, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral. Tdk dipubl.
- Tim Pengeboran Landaian Suhu Panas Bumi, 2006**. Laporan Pengeboran Sumur Landaian Suhu SWW – 1 Lapangan Panas Bumi Suwawa – Kabupaten Bonebolango, Gorontalo. Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral. Tdk dipubl.
- Tim Pengeboran Landaian Suhu Panas Bumi, 2006**. Laporan Pengeboran Sumur Landaian

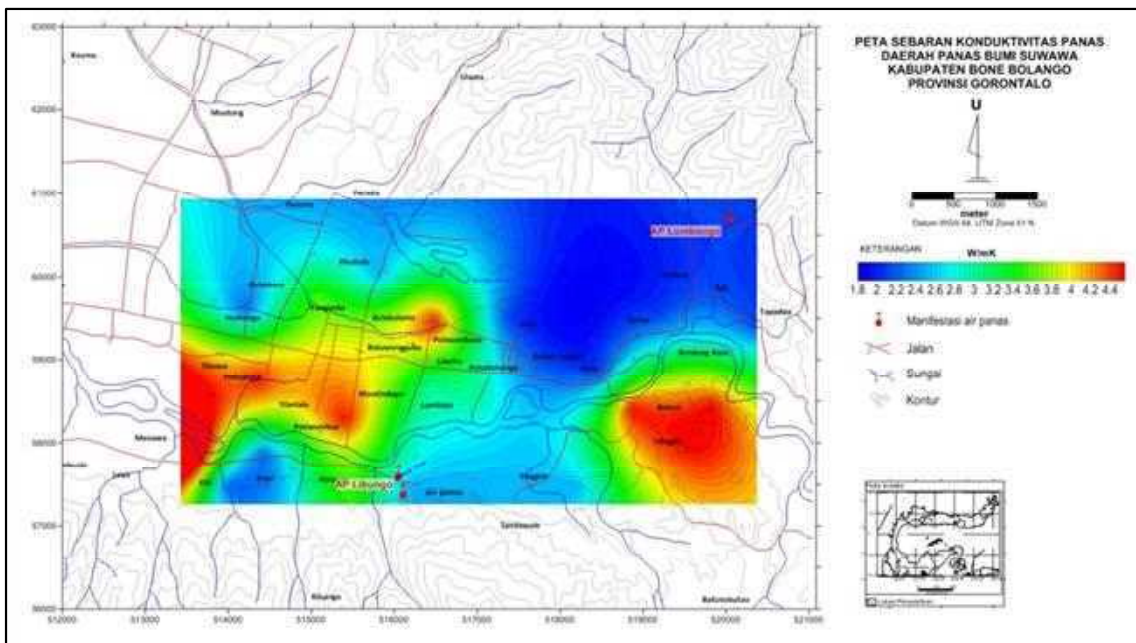
Suhu SWW – 2 Lapangan Panas  
Bumi Suwawa – Kabupaten  
Bonebolango, Gorontalo.  
Direktorat Inventarisasi Sumber  
Daya Mineral Tdk dipubl.



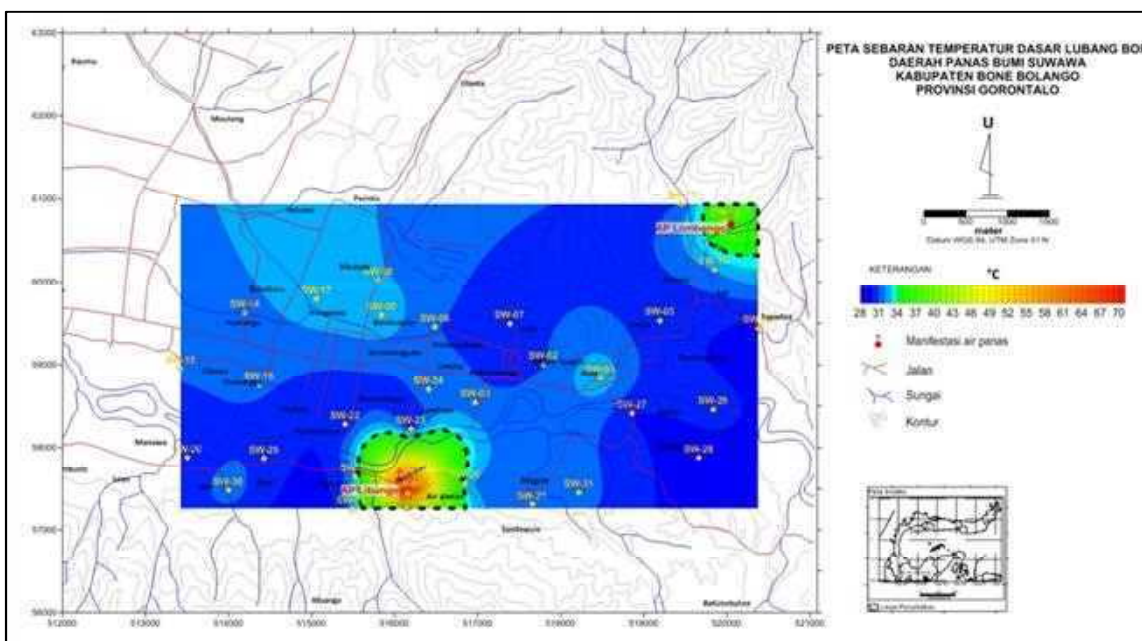
Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penyelidikan



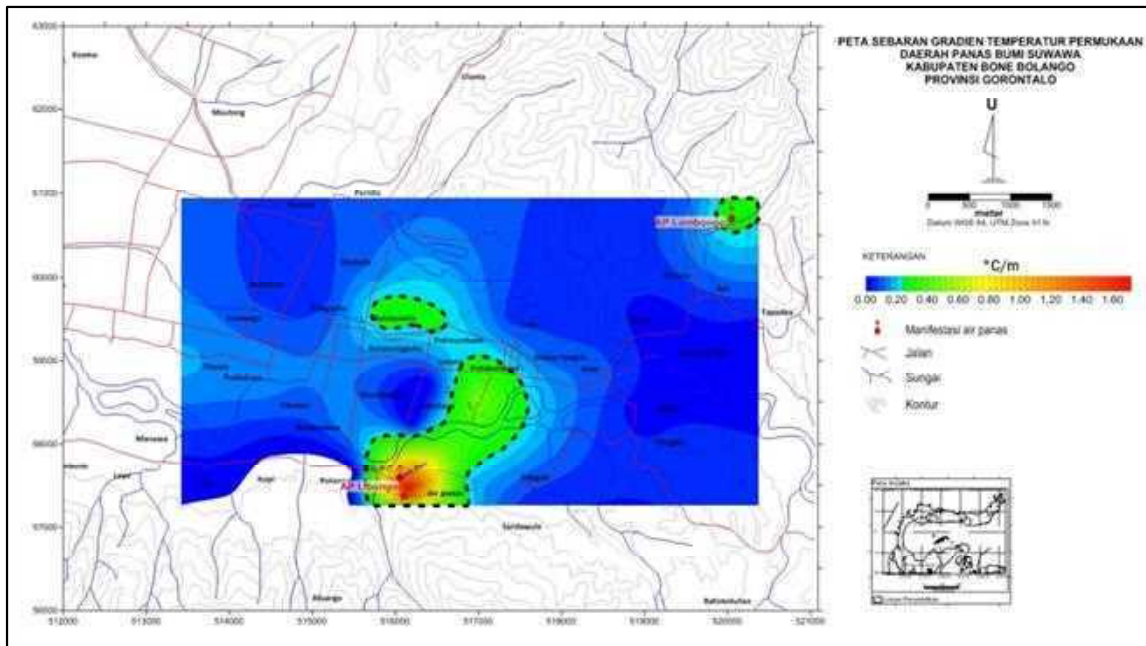
Gambar 2. Peta Geologi Rinci Daerah Penyelidikan



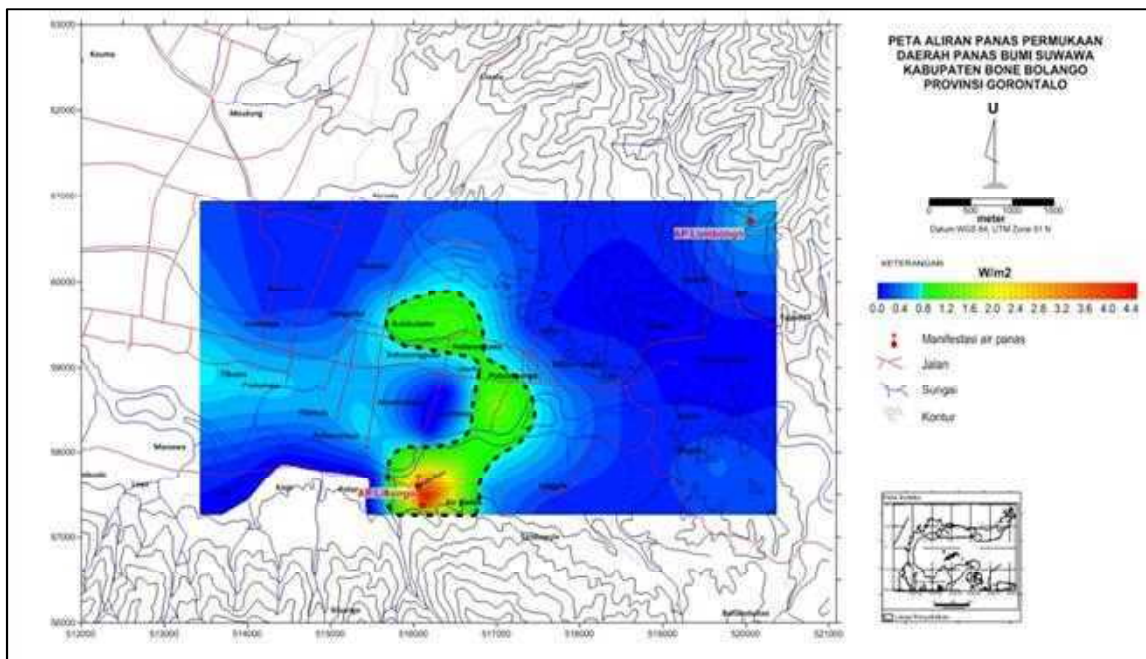
Gambar 3. Peta sebaran konduktivitas panas daerah penyelidikan.



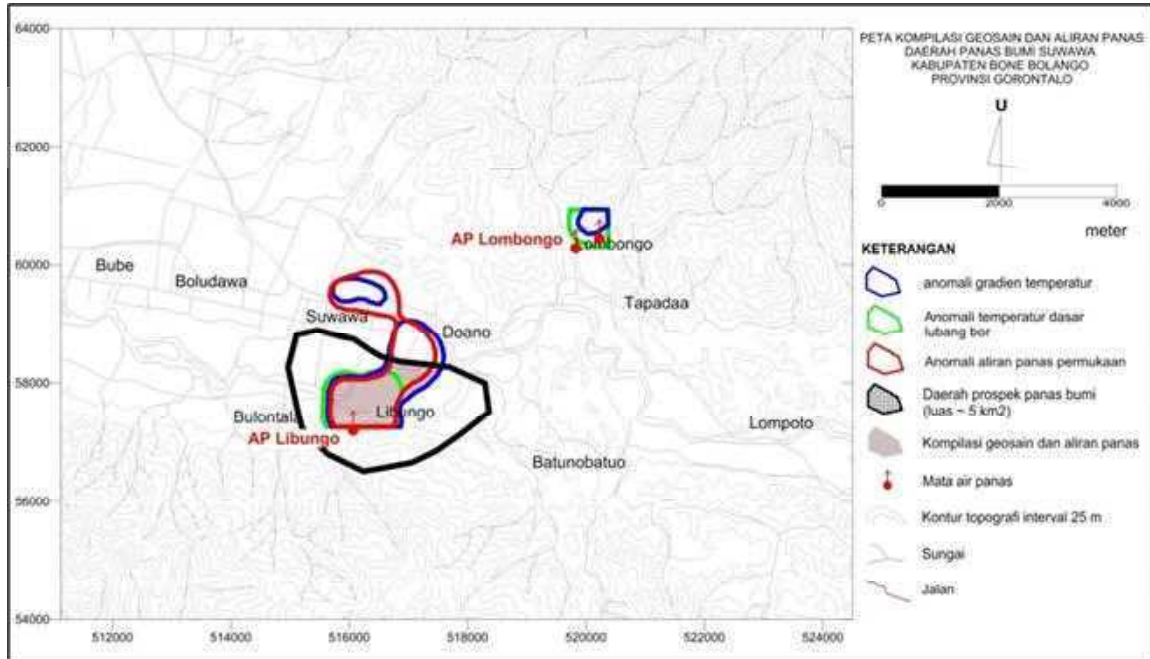
Gambar 4. Peta sebaran temperatur dasar lubang bor daerah penyelidikan.



Gambar 5. Peta sebaran gradien temperatur permukaan daerah penyelidikan.



Gambar 6. Peta aliran panas daerah penyelidikan.



Gambar 7. Peta kompilasi geosains dan aliran panas daerah penyelidikan.

**SURVEI TERPADU GEOLOGI, GEOKIMIA, DAN GEOFISIKA DAERAH PANAS BUMI  
TALU - TOMBANG, KABUPATEN PASAMAN BARAT,  
PROVINSI SUMATERA BARAT**

**Oleh : M.Nurhadi, Dikdik, R, M. Kholid, A. Zarkasyi**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi

**SARI**

Kegiatan survei terpadu geologi, geokimia, dan geofisika terus dilakukan untuk menginventarisasi dan menduga potensi panas bumi di daerah Talu Tombang, Kabupaten Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat. Geologi daerah survei tersusun oleh batuan vulkanik Kuartar produk Gunung Talamau dan Vulkanik Cubadak yang berumur Kuartar dan juga termasuk dalam segmen graben Talu yang merupakan bagian dari sesar Sumatera.

Kenampakan gejala panas bumi di temukan di sekitar Talu dan Tombang berupa alterasi dan air panas, dengan suhu tertinggi di daerah Tombang sekitar 49,4°C, serta batuan ubahan pada zona argilik. Perhitungan geotermometer sekitar 170°C Na-K-Mg, termasuk medium entalpi.

Kegiatan survei geofisika dilakukan dengan metode geolistrik, geomagnet, dan gayaberat. Pola anomali magnetik dan nilai densitas rendah dengan didukung data struktur geologi menunjukkan terbentuknya sistem panas bumi yang berada di bagian utara yang mengindikasikan masih dalam satu sistem dengan daerah Cubadak, dengan bagian prospek sekitar 4 km<sup>2</sup>. Perhitungan potensi panas bumi daerah Talu sekitar 8 MWe pada kelas sumberdaya hipotetik.

Kata kunci : Panas bumi, Talu Tombang, Potensi

**PENDAHULUAN**

Daerah sepanjang Sumatera Bagian Barat selalu menarik untuk dikaji lebih dalam, khususnya dalam inventarisasi sumber daya energi panas bumi. Secara administratif daerah panas bumi Talu - Tombang terletak di Kecamatan Talamau, Kabupaten

Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat dengan luas sekitar 25 x 16 km<sup>2</sup>. Lokasi penelitian yang berada pada jalur vulkanik muda Sumatera Bagian Barat diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik sistem panas bumi beserta potensi yang bagus untuk dikembangkan. Penelitian ini dilakukan

secara terpadu dengan metode geologi, geokimia, dan geofisika (gaya berat, geomagnet, geolistrik).

## GEOLOGI

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh litologi paling tua berupa batuan malihan berumur Pra-Tersier (Kapur) berupa sabak, gneiss, meta-gamping dan serpentinit yang berturut-turut dilanjutkan oleh pengendapan batupasir kuarsa berumur Oligosen. Aktivitas magmatik diawali pada Kala Plistosen berupa lava andesit, aliran piroklastik dan lava andesitik dan terakhir adalah aktivitas Gunung Api Talamau yang menghasilkan produk berupa lava dan breksi vulkanik.



Gambar 1. Peta lokasi indeks penyelidikan

Struktur geologi umumnya berpola barat-laut-tenggara berupa sesar normal yang membentuk depresi di daerah Talu dan yang berarah relatif timurlaut-baratdaya berupa sesar geser. Sesar-sesar normal berarah relatif barat-laut – tenggara diperkirakan sebagai pola Sesar Sumatera dan yang berarah timurlaut-tenggara merupakan struktur geologi sekunder dari sistem sesar Sumatera. (Gambar 2).

Manifestasi panas bumi yang ada di lokasi penyelidikan terdiri atas tiga kelompok manifestasi, yaitu: Kelompok Manifestasi Talu, Kelompok Manifestasi Tombang-1, dan Kelompok Manifestasi Tombang-2.

### Kelompok Manifestasi Talu

Terdiri dari mata air panas dengan temperatur air panas Talu-1 adalah 40,7°C, pH 6,98 dengan debit 2 liter/detik, daya hantar listrik 760 mhos/cm dan tidak terdapat endapan sinter. Beberapa titik pemunculan mata air panas berada di dalam kolam dengan ukuran 1 x 1 m<sup>2</sup> dan 5 x 2 m<sup>2</sup> mengalir dan dimanfaatkan sebagai tempat pemandian umum oleh masyarakat setempat.

Selain itu sekitar 50 meter dari lokasi pemandian air panas tersebut, terdapat air panas Talu 2 yang muncul di sekitar areal persawahan,



tepatnya pada koordinat 609692 mT dan 26426 mU. Temperatur air panas Talu 2 adalah 40,4°C, pH 7,82, daya hantar listrik 119  $\square$ mhos/cm dengan debit 0,1 liter/detik.

#### **Kelompok Manifestasi Tombang-1**

Manifestasi berupa air panas yang berada di desa Tombang, Nagari Sinuruk, Kecamatan Talamau, Kabupaten Pasaman Barat. Muncul di sekitar Sungai Batang Tinggam, pada celah batuan aluvium (boulder lava) yang berada pada satuan aliran piroklastik Sarik, tepatnya pada koordinat 602363 mT dan 25852 mU. Untuk menuju lokasi air panas harus menuruni lereng yang curam sekitar 200 m. air panas dikontrol oleh sesar Tinggam yang berarah barat daya – timur laut. Temperatur air panas sekitar 49,4 °C, pH 6,98, debit 0,1 liter/detik dengan daya hantar listrik 617 mhos/cm. Air panas berwarna jernih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak terdapat endapan sinter di sekitar lokasi pemunculannya.

#### **Kelompok Manifestasi Tombang-2**

Manifestasi berupa air panas yang berada di desa Tombang, Nagari Sinuruk, Kecamatan Talamau, Kabupaten Pasaman Barat. Muncul di sekitar Sungai Batang Sopan pada batuan sedimen dengan jenis batulempung berselingan batupasir kuarsa, tepatnya pada koordinat 600164

mT dan 27631 mU. Air panas keluar melalui rekahan dan kekar yang berarah N15 E. Temperatur air panas sekitar 48,3 °C, pH 7,77, daya hantar listrik 428  $\square$ mhos/cm dan debit 1,5 liter/detik. Air panas jernih, sedikit tercium bau H<sub>2</sub>S, tidak berasa, terdapat sinter karbonat tipis pada sekitar lokasi pemunculannya.

#### **GEOKIMIA**

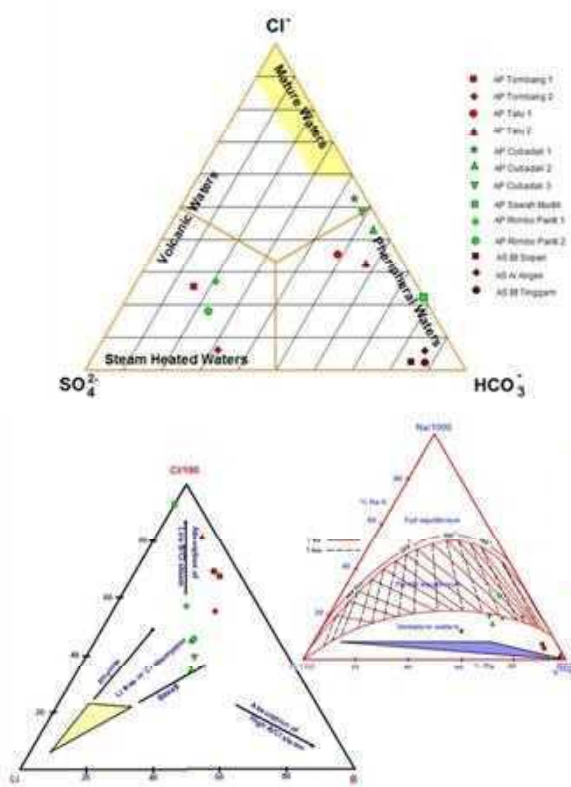
Hasil plot sampel air panas daerah Talu – Tombang dan sekitarnya pada diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> sebagaimana terlihat pada gambar 3.2.3 menunjukkan bahwa air panas Talu dan Cubadak bertipe klorida bikarbonat sementara air panas Tombang 2 bertipe sulfat, air panas Tombang 1 dan Rimbo Panti bertipe klorida sulfat.

Plot sampel air panas daerah panas bumi Talu – Tombang dan sekitarnya pada diagram segitiga Na-K-Mg menunjukkan bahwa sampel air panas daerah Talu – Tombang pada umumnya berada pada daerah *immature water* yang mengindikasikan bahwa air panas tersebut tidak cukup mengalami proses reaksi kesetimbangan dengan batuan di reservoir.

Sementara air panas Sawah Mudik dan Rimbo Panti berada pada posisi mendekati garis kesetimbangan sebagian (*partial equilibrium*). Hal tersebut mengindikasikan bahwa geotermometer Na-K kurang tepat

digunakan untuk air panas daerah Talu dan Tombang dan sekitarnya.

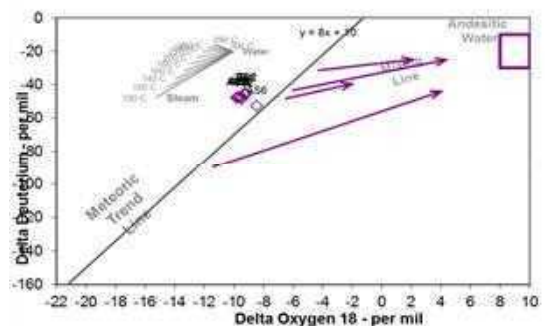
Berdasarkan diagram segi tiga Na-K-Mg, semua mata air panas di daerah penyelidikan terletak di zone *immature Water*, hal ini menunjukkan bahwa tingkat pencampuran air meteoric pada air panas sangat kuat, sehingga sangat kurang baik untuk dipakai untuk penentuan temperatur reservoir, dan bila ditarik garis ke arah Na-K dan K-Mg berada pada garis lurus dan jatuh pada titik hampir sama pada temperatur sedang (sekitar 140-185°C). Sementara air panas lainnya berada pada zona *immature waters* yang mengindikasikan fluida panas bumi telah mengalami interaksi dengan air permukaan.



Gambar 3. Diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>, Na-K-Mg, Cl-Li-B

Hasil analisis konsentrasi Isotop <sup>18</sup>O dan <sup>2</sup>H (D) dari sampel air panas cenderung berada di sebelah kanan *meteoric water line*, dan posisinya berdekatan dengan titik-titik hasil analisis isotop mata air dingin, hal ini mencerminkan bahwa mata air panas tersebut bukan berasal dari kedalaman (*deep water*) (Gambar 3).

Distribusi tanah dan udara tanah kedalaman 1 meter, memperlihatkan anomali konsentrasi tinggi Hg tanah, lebih dari 550 ppb terletak di sebelah utara manifestasi Talu. Sementara anomali Hg tinggi di bagian selatan diperkirakan bukan terkait aktivitas panas bumi. (Gambar 5).



Gambar 4. Grafik isotop  $\delta^{18}\text{O}$  terhadap  $\delta^2\text{H}$  (Deuterium)

## GEOFISIKA

### Gaya Berat

Anomali Bouguer memperlihatkan kecenderungan pola regional berarah barat-laut-tenggara dengan nilai gayaberat yang meninggi ke barat dan tengah. Arah pola regional ini sesuai dengan arah struktur geologi yang

membentang dari barat laut ke tenggara. Terdapat beberapa kelurusan dengan pola yang kuat dan tegas seperti di bagian barat, tengah, dan timur yang mempertegas keberadaan struktur-struktur berarah barat laut-tenggara, dan barat daya-timurlaut. Secara geologi kelurusan tersebut dapat dikenali di permukaan dan merupakan struktur-struktur tua di daerah ini. (Gambar 6).

Peta anomali sisa memperlihatkan kelurusan-kelurusan berarah barat daya-timurlaut, utara-selatan, dan barat laut-tenggara yang secara tegas terlihat di bagian barat, tengah, dan timur. Kelurusan ini bertepatan dengan keberadaan struktur-struktur geologi yang dikenali di permukaan dan juga dari kelurusan kontur topografi. Kompleksitas kelurusan di daerah tengah, barat, dan timur tidak dapat dikenali dari geologi permukaan mungkin karena tingkat erosi yang kuat di daerah tersebut. (Gambar 7).

Penampang A-B diambil dari anomali sisa dengan menggunakan densitas  $2.62 \text{ gram/cm}^3$  dengan panjang penampang sekitar 7.000 meter, yang terletak di bagian tengah daerah penyelidikan. Model ini memperlihatkan tubuh batuan dari mulai barat sampai timur. (Gambar 8).



Gambar 8. Penampang model gaya berat

## GEOMAGNET

Tombang memberikan harga anomali magnet tinggi hingga anomali magnet rendah tergantung dari sifat batuan, apakah batuan itu bersifat magnetik atau nonmagnetis.

Kelompok anomali magnet rendah (-200 s/d -550 nT) penyebarannya hanya menutupi sebagian besar bagian utara, timurlaut, tenggara, barat dan beberapa spot anomali rendah dibagian tengah daerah survei sekitar 25% dari total daerah penyelidikan. Kelompok anomali magnet rendah umumnya ditempati oleh batuan-batuan yang telah mengalami pelapukan atau ubahan (endapan piroklastik dan andesit terubah).

Kelompok anomali magnet tinggi 100 s/d 400 nT hampir menutupi lebih kurang 30% daerah survei, yakni dibagian barat, barat laut, utara, selatan dan bagian tengah daerah penyelidikan.

Anomali magnet tinggi ini secara umum diperkirakan sebagaibatuan andesit tua.

Secara umum anomali magnet tinggi ini memperlihatkan pola kelurusan yang secara umum berarah baratlaut-tenggara dan mengindikasikan adanya struktur besar didaerah penyelidikan panas bumi Talu-Tombang. (Gambar 9)

### GEOLISTRIK

Di daerah Talu, nilai tahanan jenis rendah mengisi bagian tengah atau pedataran dengan nilai  $<50$  ohmm ( $<\log 1,7$ ). Nilai tinggi di atas  $>100$  ohmm mengisi morfologi perbukitan timur dan utara, sedangkan pola kontur melidah di bagian timurlaut dengan nilai 50-100 ohmm makin meluas ke arah perbukitan.

Di daerah Tombang, nilai tahanan jenis tidak begitu bervariasi. Hampir di semua area di daerah ini memiliki nilai tahanan jenis relatif tinggi. Area bagian timur dan barat memiliki nilai tahanan jenis  $>160$  ohmm ( $>\log 2,2$ ) sedangkan area bagian tengah memiliki nilai tahanan jenis 125-160 ohmm ( $\log 2.1$  s/d  $\log 2.2$ ). Di sekitar pemunculan mata air panas Tombang1 nilai tahanan jenis terdeteksi di bawah 125 ohmm dengan pola kontur yang tertutup. (gambar 10)

### PEMBAHASAN

Sistem panas bumi Talu – Tombang diperkirakan berasosiasi

dengan aktivitas vulkanik Kuartar dan juga sistem depresi. Hal ini didukung oleh anomali gaya berat rendah di sepanjang depresi. Dari data tahanan jenis hasil survey geolistrik menunjukkan bahwa pada bentangan AB/2 1000 m lapisan konduktif (resistivity kurang dari 15 ohm-m) meliputi daerah depresi Talu dan menerus kearah utara mata air panas Talu. Penyebaran nilai ini diperkirakan sebagai lapisan penudung atau *clay cap* pada sistem panas bumi daerah ini, dan diperkirakan berada pada batuan aliran piroklastik yang berubah sangat intensif.

Kedalaman puncak reservoir belum bisa diketahui secara pasti, dari data pengukuran geolistrik pada bentangan AB/2 = 1000 m masih memperlihatkan nilai tahanan jenis yang rendah yang diperkirakan masih lapisan penudung.

Fluida panas bumi Talu – Tombang bertipe klorida-Bikarbonat, diperkirakan berasal dari reservoir yang sudah mengalami pencampuran sangat intensif. Manifestasi panas bumi Talu-Tombang diperkirakan berada di tepian sebelah selatan sistem panas bumi Talu – Tombang.

Daerah prospek panas bumi Talu - Tombang berdasarkan kompilasi data geologi, geokimia dan geofisika berada di sebelah utara mata air panas Talu dengan luas

diperkirakan sekitar 4 km<sup>2</sup>.

Potensi energi panas bumi daerah Talu - Tombang dihitung berdasarkan asumsi temperatur resevoir 170 °C, temperatur *cut off* sebesar 150°C, ketebalan resevoir 1000 meter, dan luas prospek 4 km<sup>2</sup>, maka potensi panas bumi di daerah Talu - Tombang adalah sebesar 8 MWe pada kelas sumber daya hipotetik.

## KESIMPULAN

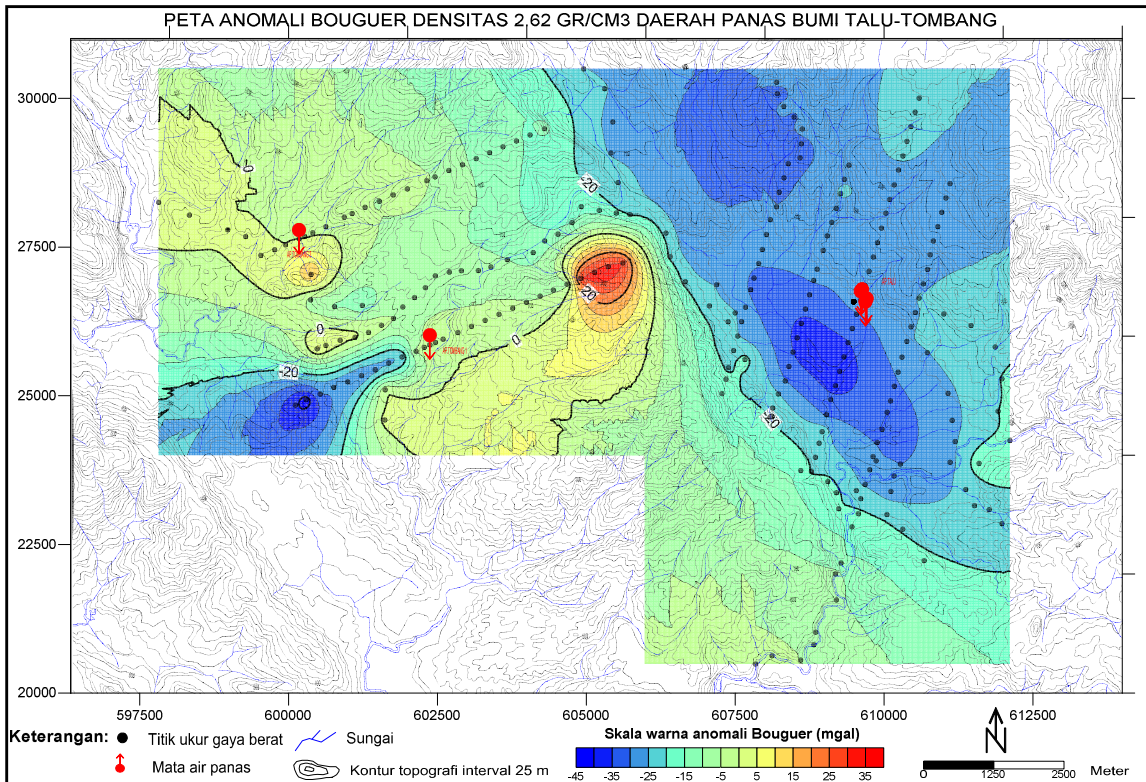
Sistem panas bumi Talu - Tombang diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas makmatik berumur Kuarter serta sistem depresi yaitu depresi Talu.

Dari hasil kompilasi data geosain menunjukkan bahwa daerah prospek berada disebelah utara mata air panas Talu dengan luas kurang lebih 4 km<sup>2</sup> dan potensi energi panas bumi daerah Talu - Tombang adalah sebesar 8 MWe pada kelas sumber daya hipotetik.

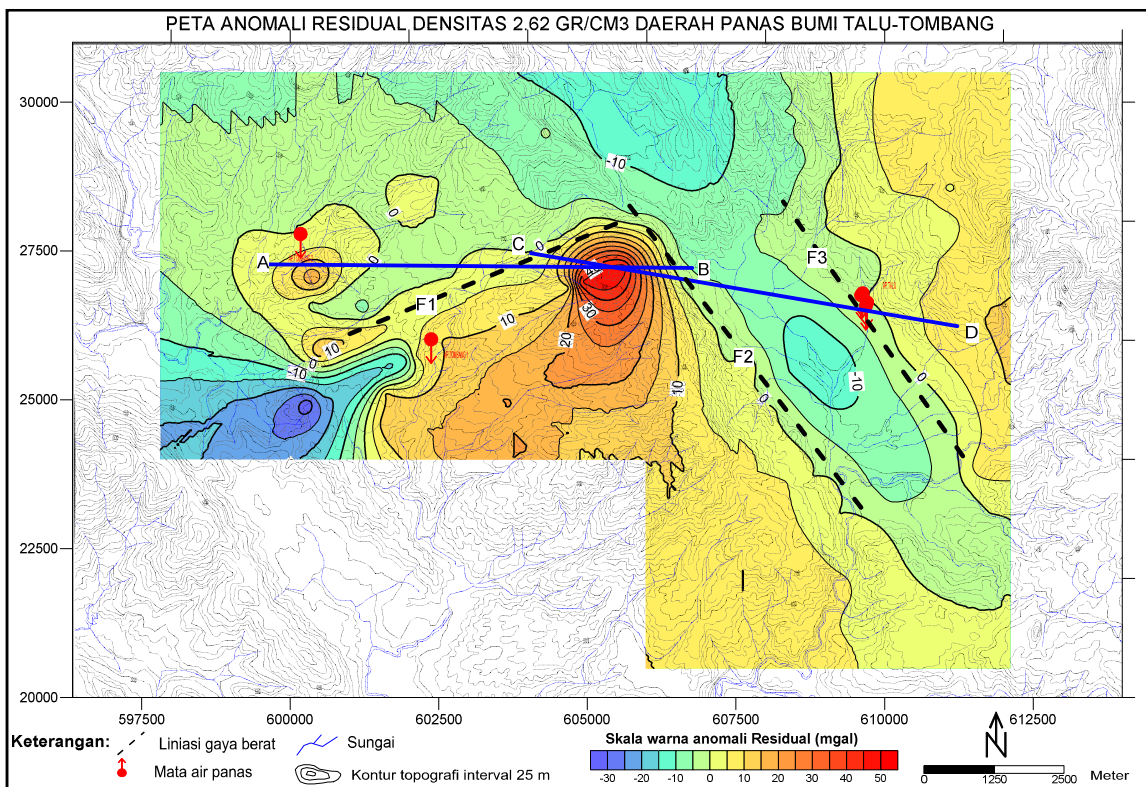
## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2000.,** Angka Parameter Dalam Estimasi Potensi energi panas bumi, SNI 13- 6482- 2000.
- Bemmelen, van R.W., 1949,** *The Geology of Indonesia, Vol. I A*, The Hague. Netherlands.
- Fournier, R.O., 1981,** *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, Geothermal System: Principles and Case Histories*, John Willey & Sons. New York.
- Kastowo, dkk, 1996,** Peta Geologi Regional Bersistem Lembar Padang, Sumatera, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977,** *Chemistry and Geothermal System*, Academic Press Inc. Orlando.
- Giggenbach, W.F., 1988,** *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg – Ca Geo- Indicators*, *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 – 2765.
- Rock, N.M.S., dkk. 1983,** Peta Geologi Regional Bersistem Lembar Lubuk Sikaping, Sumatera, Skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Tim Survei Terpadu, 2008,** Survey Terpadu Daerah Panas Bumi Cubadak, Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.
- Tim Survei Pendahuluan, 2010,** Survei Pendahuluan Daerah Panas Bumi Pasaman Barat, Provinsi Sumatera Barat 2010, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi.

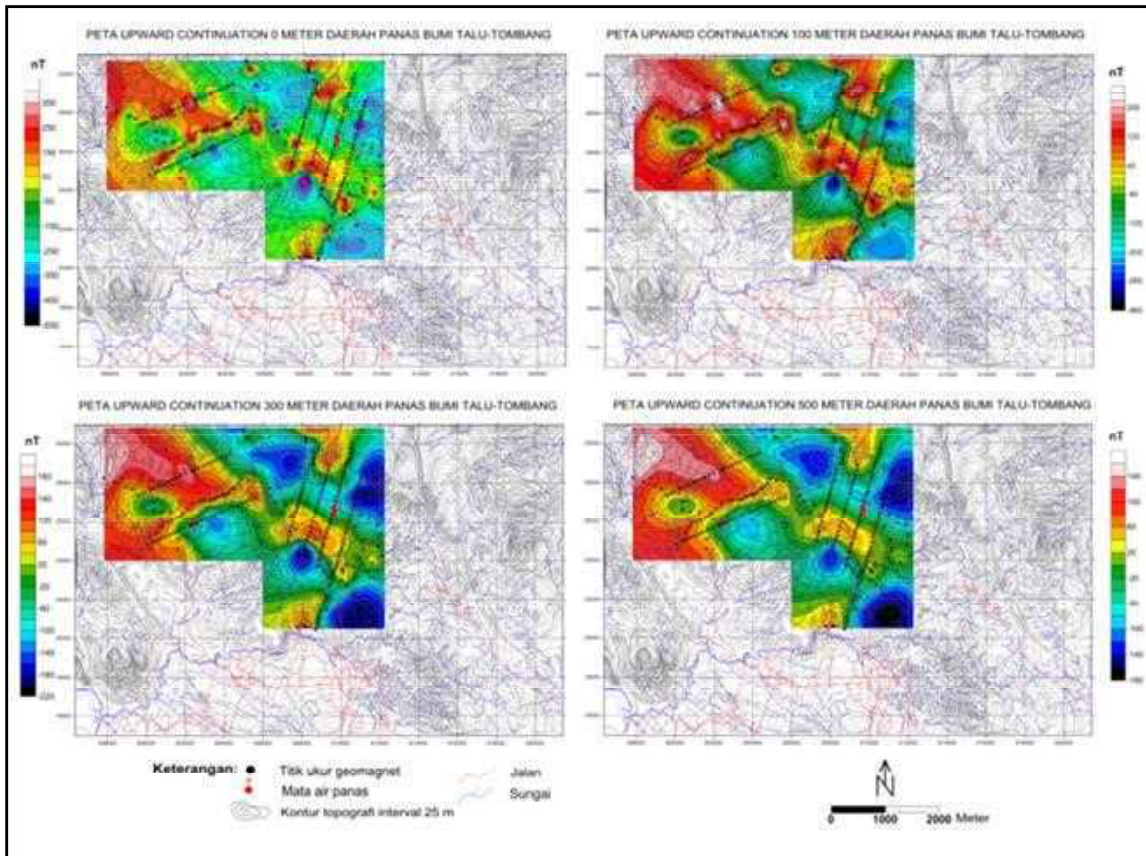




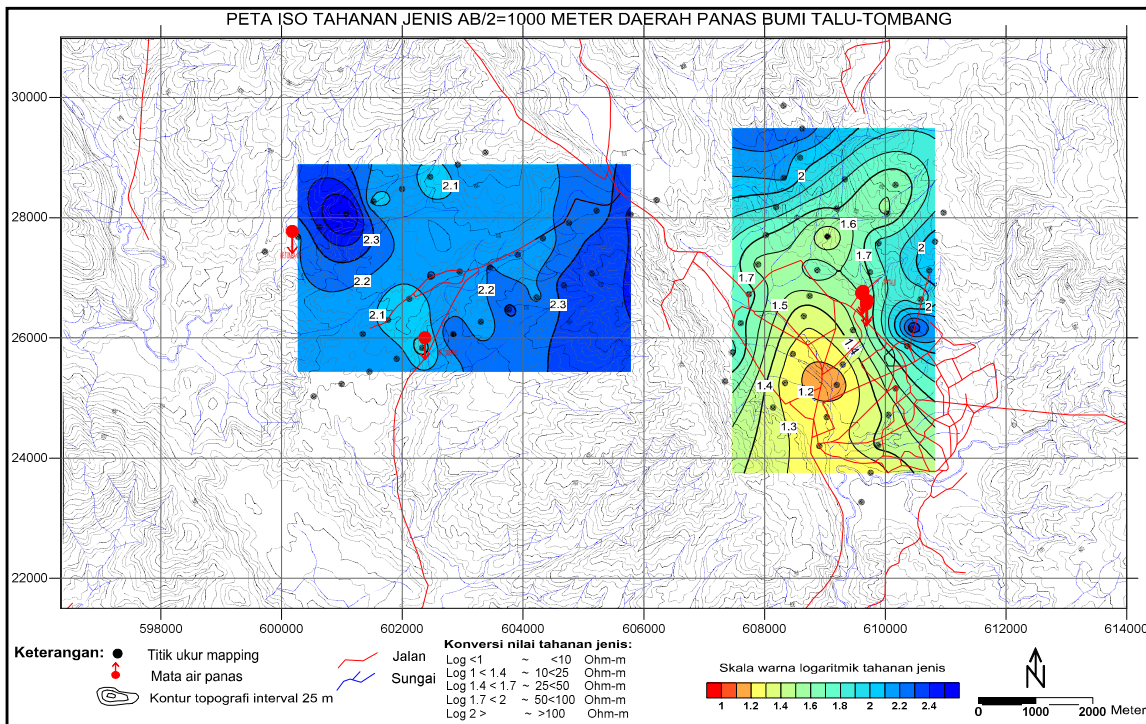
Gambar 6. Peta anomali bouguer



Gambar 7. Peta anomali sisa

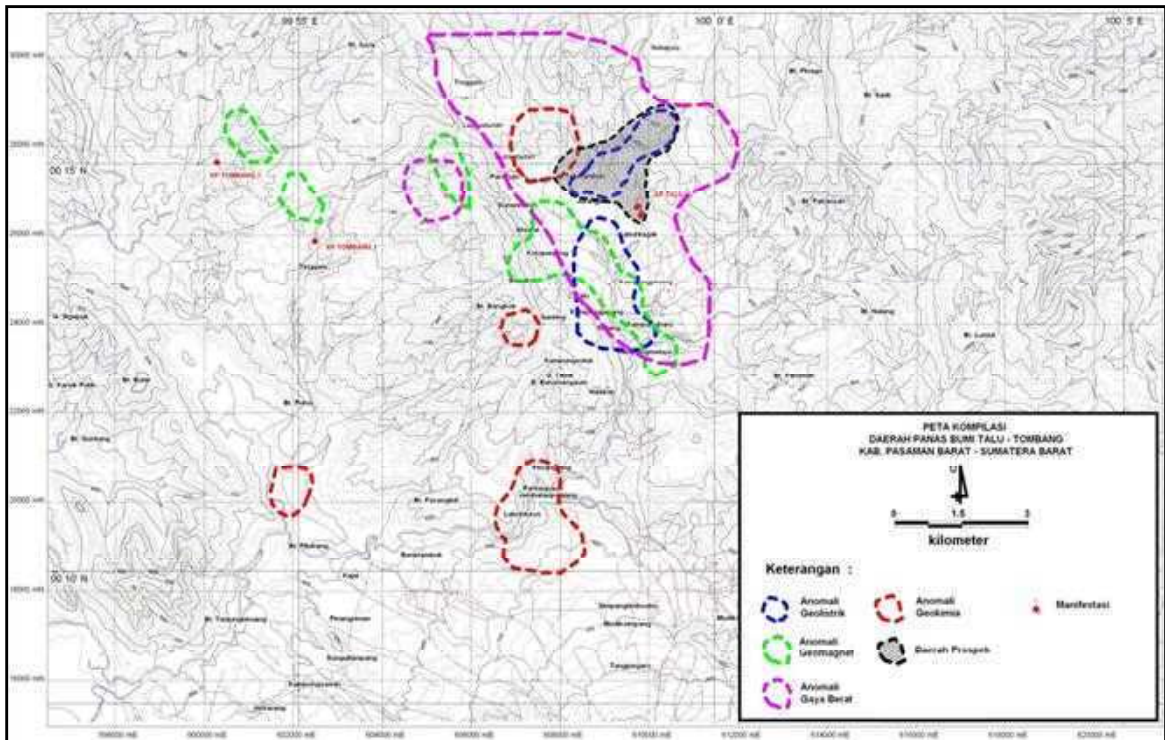


Gambar 9. Peta anomali magnet hasil *Upward Continuation*



Gambar 10. Peta iso-tahanan bentangan AB/2 = 1000 m





Gambar 11. Peta kompilasi daerah panas bumi Talu - Tombang

**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA  
DAERAH PANAS BUMI PULAU BANGKA DAN BELITUNG  
PROVINSI BANGKA BELITUNG**

**Dede Iim Setiawan, Herry Sundhoro, Eddy Mulyadi**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

**SARI**

Geologi daerah penyelidikan terdiri dari batuan malihan, batuan gunung api, batuan sedimen, batuan terobosan, dan endapan permukaan yang terbentuk mulai Perem hingga Resen. Batuan gunung api yang terdapat di Pulau Belitung sudah sangat tua, terbentuk pada Zaman Perem. Batuan terobosan yang terdapat di Pulau Bangka maupun di Pulau Belitung merupakan batuan berumur tua, yaitu terbentuk pada Trias sampai Kapur, menerobos batuan malihan meta-sedimen berumur Karbon-Perem. Daerah penyelidikan didominasi oleh struktur sesar mendatar berarah timurlaut – baratdaya, sesar normal dan sesar mendatar berarah baratlaut-tenggara. Sesar-sesar inilah yang mengontrol pemunculan manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan.

Manifestasi panas bumi permukaan di Pulau Bangka terdiri dari mata air panas yang tersebar di 6 lokasi, yaitu Pemali, Gunung Pelawan, Terak, Dendang, Nyelanding, dan Permis dengan temperatur 39 - 61 °C. Pulau Belitung memiliki satu manifestasi panas bumi permukaan berupa mata air panas, yaitu mata air panas Buding yang memiliki temperatur sebesar 37 °C. Air panas Pemali, Terak, Gunung Pelawan, dan Nyelanding merupakan air bertipe bikarbonat, bersama air panas Buding berada di daerah *immature waters*, diperkirakan sebagai air permukaan yang terpanaskan. Air panas Dendang dan Permis bertipe kloridatan berada pada daerah *partial equilibrium*, diperkirakan berasal dari reservoir panas bumi dan mengalami pencampuran dengan air permukaan.

Sumber panas (*heat sources*) diperkirakan berasosiasi dengan keberadaan tubuh granit (batolit) yang sangat besar dan memiliki kapasitas panas yang tinggi. Aktivitas tektonik termuda pembentuk sesar normal berarah hampir utara-selatan merupakan pengontrol kehadiran manifestasi panas bumi di permukaan. Sistem panas bumi yang terbentuk di Pulau Bangka dan Belitung diperkirakan merupakan sistem *heat sweep* yang berasosiasi dengan anomali aliran panas tinggi yang dihasilkan oleh tubuh granit.

Potensi panas bumi di Pulau Bangka adalah sebesar 35 MWe pada kelas sumber daya spekulatif. Potensi tersebut tersebar di lima lokasi dengan potensi

terbesar terdapat di daerah panas bumi Permis dan Dendang, yaitu masing-masing sebesar 10 MWe. Potensi panas bumi di Pulau Belitung adalah sebesar 5 MWe pada kelas sumber daya spekulatif.

Kata kunci: panas bumi, bangka, belitung.

## PENDAHULUAN

Melihat keberadaan potensi panas bumi di Indonesia yang cukup melimpah dan belum dioptimalkan, Pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan energi bauran (*energi-mix*) nasional, dimana energi panas bumi pada tahun 2025 diharapkan mampu menyumbang sekitar 9.500 MWe. Untuk mengaktualisasikan kebijakan tersebut, di sektor hulu pemerintah melakukan optimalisasi potensi panas bumi yang tersebar di seluruh Wilayah Indonesia, diantaranya melalui kegiatan penyelidikan atau kajian mengenai kepanasbumian yang akan menunjang pengembangan dan pemanfaatan energi panas bumi.

Salah satu daerah yang memiliki potensi panas bumi adalah Pulau Bangka dan Pulau Belitung, Provinsi Bangka-Belitung. Keberadaan potensi panas bumi di daerah ini ditandai dengan kehadiran beberapa manifestasi panas bumi permukaan berupa mata air panas yang belum diselidiki lebih lanjut. Untuk mengetahui besarnya potensi panas bumi tersebut, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, melakukan penyelidikan panas bumi

pendahuluan dengan metode geologi dan geokimia di Pulau Bangka dan Pulau Belitung, Provinsi Bangka-Belitung.

Lokasi penyelidikan dapat ditempuh dengan menggunakan pesawat udara dari Jakarta – Pangkalpinang, selanjutnya menuju lokasi manifestasi panas bumi yang terdapat di Pulau Bangka dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat. Sedangkan pencapaian ke lokasi manifestasi di Pulau Belitung dapat ditempuh dari Pulau Bangka dengan menggunakan pesawat udara atau kapal laut yang dilanjutkan dengan kendaraan roda empat (gambar 1).

## METODOLOGI

Metode geologi digunakan untuk mengetahui sebaran batuan, mengenali gejala tektonik, dan karakteristik fisik manifestasi panas bumi. Pemetaan morfologi, satuan batuan, struktur geologi dan manifestasi panas bumi, dimaksudkan untuk lebih mengetahui hubungan antara semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi di daerah tersebut.

Metode geokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik fluida dan

kondisi reservoir panas bumi. Karakteristik beberapa parameter diperoleh dari jenis manifestasi, konsentrasi senyawa kimia terlarut dan terabsorpsi dalam fluida panas yang terkandung dalam sampel air, dan anomali distribusi horisontal pada tanah dan udara tanah pada kedalaman satu meter sebagai indikasi sumber daya panas bumi. Parameter yang digunakan meliputi sifat fisika dan kimia manifestasi, data hasil analisis kimia air, serta Hg tanah dan CO<sub>2</sub> udara tanah.

### MANIFESTASI PANAS BUMI

Manifestasi panas bumi permukaan tersebar di 7 lokasi, yaitu enam lokasi berada di Pulau Bangka dan satu lokasi berada di pulau Belitung. Manifestasi panas bumi di Pulau Bangka semuanya berupa mata air panas, yaitu: mata air panas Pemali dan Gunung Pelawan bertemperatur 39 – 49 °C di Kabupaten Bangka, mata air panas Dendang (49 °C) di Kabupaten Bangka Barat, mata air panas Terak (61 °C) di Kabupaten Bangka Tengah, mata air panas Nyelanding dan Permis (49 – 55 °C ) di Kabupaten Bangka Selatan. Hanya satu manifestasi panas bumi di Pulau Belitung, yaitu berupa mata air panas bertemperatur 37 °C di Daerah Buding, Kabupaten Belitung Timur. Total energi panas yang hilang secara alamiah (*natural heat loss*) dari mata air

panas yang terdapat di Pulau Bangka dan Belitung adalah sebesar 2,8 kW<sub>th</sub>.

### GEOLOGI

Batuan tertua yang tersingkap di daerah penyelidikan (Pulau Bangka) adalah batuan metasedimen berupa *meta-quartz arenite* yang termasuk ke dalam Kompleks Malihan Pemali yang diperkirakan berumur Perem atau Karbon. Batuan metasedimen ini menempati areal paling sedikit, yaitu hanya tersingkap di sekitar mata air panas Nyelanding. Pada Trias Awal terjadi penurunan dan berlangsung pengendapan batupasir dari Formasi Tanjung Genting yang terendapkan secara tidak selaras di atas Kompleks Malihan Pemali pada lingkungan laut dangkal. Batupasir bagian dari Formasi Tanjung Genting ini menempati areal paling luas di semua daerah penyelidikan. Kemudian pada Trias Akhir – Jura Akhir terjadi pengangkatan yang diikuti oleh penerobosan granit, yaitu Granit Klabat yang tersingkap di daerah Pemali, Gunung Pelawan, Dendang, Terak, dan Permis. Mulai Miosen Tengah sampai Pliosen Awal terjadi lagi pengendapan di lingkungan darat atau fluvial. Selanjutnya berlangsung proses erosi dan pengendapan endapan permukaan di daerah rawa/danau, dan pengendapan endapan aluvium di sungai pada Holosen. Struktur geologi berupa kelurusan yang terlihat pada batuan

granit dengan arah yang beragam dan sesar mendatar berarah timurlaut-baratdaya serta sesar normal berarah baratlaut-tenggara, yang terbentuk pada Paleozoikum Akhir, Trias-Jura, dan Kapur (Gambar 2).

Sedangkan daerah penyelidikan di Pulau Belitung tersingkap batuan tertua berupa batupasir malih dari endapan sedimen Formasi Kelapakampit pada masa Permo-Karbon. Batupasir ini tersebar luas di daerah sekitar mata air panas Buding, bahkan mendominasi jenis batuan di Pulau Belitung. Memasuki Trias terjadi kegiatan magmatik dan menghasilkan Granit Tanjung Pandan. Selama Awal Jura kegiatan magmatik terus berlanjut dan menghasilkan penerobosan Adamelit Baginda yang berakhir pada Akhir Kapur dengan terbentuknya terobosan batuan diorit dan granodiorit. Sejak Kapur Akhir sampai Holosen berlangsung pengendapan yang salah satunya berupa endapan permukaan dan aluvium. Endapan permukaan dan aluvium diperkirakan sebagai produk terakhir dari sedimentasi di daerah penyelidikan dan masih berlangsung sampai saat ini. Struktur geologi umumnya berupa kelurusan berarah baratlaut-tenggara dan sesar berarah timurlaut-baratdaya (Gambar 3).

### Kimia Air

Air panas Pemali, Terak, dan air panas Nyelanding bertipe air bikarbonat.

Tipe air panas bikarbonat ini diduga berasosiasi dengan fluida panas bumi yang mengandung gas  $\text{CO}_2$  dan mengalami kondensasi di dalam akuifer dangkal. Air panas Dendang dan Permis bertipe air klorida atau alkali klorida (*neutral chloride*), biasanya merupakan fluida panas bumi yang berasal dari reservoir panas bumi bertemperatur tinggi. Sedangkan air panas Buding bertipe air klorida-sulfat. Hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, diantaranya karena terjadi pencampuran air klorida dan air sulfat pada kedalaman tertentu, adanya oksidasi dari  $\text{H}_2\text{S}$  dalam air klorida di dekat permukaan, atau kondensasi dari gas vulkanik dalam air meteorik. Air panas Buding diperkirakan telah mengalami netralisasi oleh pengendapan kalsium (Ca) yang kemungkinan berasal dari batuan sedimen pada zona *steam loss* di bawah permukaan, hal ini didukung oleh kelarutan kation Ca yang relatif tinggi (52,74 mg/l) pada mata air panas Buding (Gambar 4).

Air panas Pemali, Terak, Nyelanding, dan air panas Buding berada pada daerah *immature water*. Hal ini menguatkan dugaan indikasi adanya pengaruh air meteorik yang cukup dominan. Air panas Dendang dan Permis terletak pada zona *partial equilibrium* yang mengindikasikan bahwa air panas ini berasal dari kedalaman, pernah

terjadi kesetimbang (*equilibrium*) di reservoir (Gambar 5).

Semua air panas menunjukkan adanya kemiripan karakter, yaitu mempunyai konsentrasi unsur boron yang relatif sama. Hal ini diperkirakan bahwa airnya berasal dari suatu reservoir/akifer yang relatif homogen, yaitu sebagai akibat proses *leaching* dari batuan yang berkomposisi sama (Gambar 6).

#### *Isotop*

Analisis konsentrasi isotop Oksigen-18 ( $^{18}\text{O}$ ) dan Deuterium ( $^2\text{H}$ ) air panas Pulau Bangka dan Pulau Belitung cenderung mendekati garis air meteorik lokal (*meteoric water line*). Air panas Nyelanding dan Permis berada pada sekitar garis meteorik lokal, sedangkan air panas Terak relatif menjauhi garis meteoriknya. Mata air panas Nyelanding dan Permis kemungkinan telah dipengaruhi oleh proses pengenceran oleh air meteorik di permukaan. Sedangkan mata air panas Pemali dan Dendang berada menjauh ke arah kiri garis meteorik, diperkirakan merupakan air formasi (Gambar 7).

#### **Kimia Tanah dan Udara Tanah**

Distribusi temperatur, pH, Hg tanah dan  $\text{CO}_2$  udara tanah tidak memperlihatkan adanya zona anomali yang berhubungan dengan keberadaan sistem panas bumi di daerah penyelidikan.

#### **Geotermometri**

Hasil perhitungan pendugaan temperatur reservoir untuk daerah Dendang dan Permis berkisar antara 121-129 °C ( $\text{SiO}_2$ ) dan 169 - 176 °C (Na-K Giggenbach). Untuk mata air panas Buding, Pemali, Terak, dan Nyelanding temperatur reservoirnya relatif lebih kecil, yaitu kurang dari 100 °C.

Manifestasi panas bumi di Pulau Bangka dan Belitung umumnya berupa mata air bertemperatur 37 - 61°C, memiliki pH 4,60 – 6,9, daya hantar listrik rendah sampai sedang, air panas umumnya termasuk tipe air bikarbonat dengan konsentrasi silika yang sangat rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa pembentukan air panas tersebut pada temperatur tidak begitu tinggi, sehingga geotermometer fluida panas yang mungkin dapat diaplikasikan adalah geotermometer Na-K yang mengacu kepada Giggenbach (1988). Daerah panas bumi Pemali, Terak, dan Nyelanding kemungkinan *mixing* dengan air permukaan sangat dominan, maka temperatur bawah permukaan di bawah 100 °C. Sedangkan untuk daerah Dendang dan Permis yang bertipe air klorida dan memiliki konsentrasi Cl cukup tinggi, terletak pada daerah *partial equilibrium*, dan konsentrasi Cl-Li-B rendah, maka temperatur reservoirnya sekitar 170 °C.

## SISTEM PANAS BUMI

Aktivitas magmatik di Pulau Bangka dan Belitung yang terjadi sejak Zaman Trias sampai Kapur menghasilkan produk batuan beku berupa Granit Klabat di Pulau Bangka dan Granit Tanjung Pandan, Adamelit Baginda, diorit, dan granodiorit di Pulau Belitung. Sebagian besar produk plutonik tersebut telah mengalami erosi tahap dewasa serta terkekarkan. Aktivitas tektonik yang berlangsung sejak Perem telah mengakibatkan terbentuknya struktur kekar yang intensif dan memungkinkan batuan malihan dan plutonik yang sudah terbentuk sebelumnya memiliki permeabilitas yang cukup baik untuk meloloskan fluida, khususnya fluida hidrotermal di daerah penyelidikan.

Adanya aktivitas plutonik di daerah penyelidikan sedikit memberikan harapan untuk terdapatnya sumber panas bagi sistem panas bumi di daerah ini, meskipun umurnya sudah tua dan diperkirakan sisa panas dari dapur magmanya sudah tidak terlalu panas. Keberadaan tubuh granit (batolit) yang sangat besar di daerah penyelidikan diharapkan masih memiliki kapasitas panas yang tinggi pula, sehingga dapat berperan sebagai sumber panas (*heat sources*) dalam sistem panas bumi di daerah ini. Anomali panas tinggi di sekitar tubuh granit selanjutnya memanas air meteorik yang masuk ke

kedalaman, dan selanjutnya secara konvektif air panas tersebut menuju ke permukaan sebagai fluida panas melalui jalur atau bidang sesar.

### Potensi Energi

Dengan asumsi temperatur reservoir sebesar 90 °C, luas daerah prospek 1 km<sup>2</sup>, dan daya per satuan luas sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>, maka potensi panas bumi daerah Pemali dan Terak masing-masing adalah sebesar 5 Mwe. Daerah panas bumi Nyelanding dan Buding yang memiliki asumsi temperatur reservoir sebesar 80 °C, luas daerah prospek 1 km<sup>2</sup>, dan daya per satuan luas sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>, maka potensi panas buminya masing-masing adalah sebesar 5 MWe. Sedangkan daerah panas bumi Dendang dan Permis yang memiliki asumsi temperatur reservoir sebesar 170 °C, luas daerah prospek 1 km<sup>2</sup>, dan daya per satuan luas sebesar 10 MWe/km<sup>2</sup>, maka potensi panas buminya masing-masing adalah sebesar 10 MWe. Semua potensi panas bumi tersebut pada kelas sumber daya spekulatif.

### DISKUSI

Sistem panas bumi daerah penyelidikan merupakan sistem *heat sweep* yang berasosiasi dengan zona aliran panas tinggi pada daerah sekitar tubuh batuan plutonik granit yang memiliki kapasitas panas yang cukup

besar dan dikontrol oleh struktur sesar yang dalam. Keberadaan tubuh granit (batolit) yang sangat besar di daerah penyelidikan diharapkan masih memiliki kapasitas panas yang tinggi, sehingga dapat berperan sebagai sumber panas (*heat sources*) dalam sistem panas bumi di daerah ini. Anomali panas tinggi di sekitar tubuh granit selanjutnya memanasi air meteorik yang masuk ke kedalaman, dan selanjutnya secara konvektif fluida panas tersebut menuju ke permukaan sebagai mata air panas melalui bidang sesar.

## KESIMPULAN

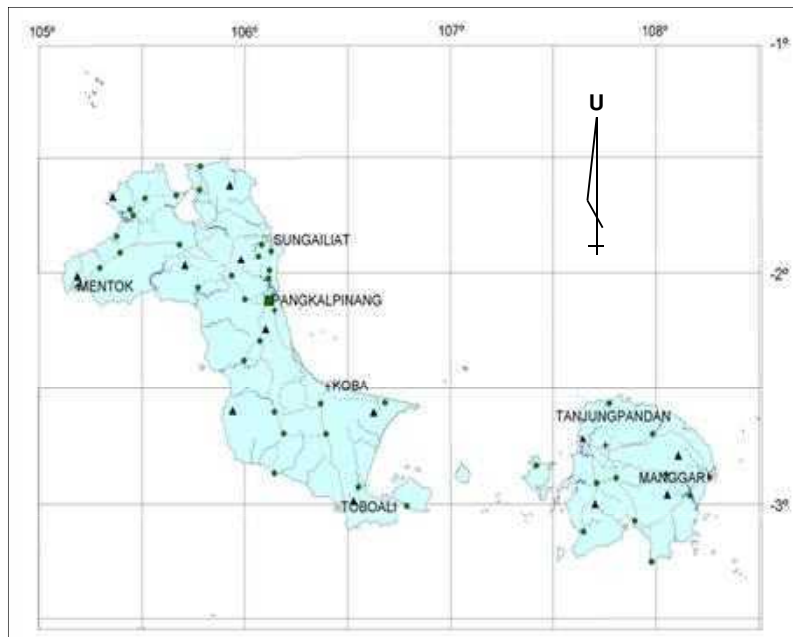
Sistem panas bumi daerah penyelidikan merupakan sistem *heat sweep* yang dikontrol oleh struktur sesar yang dalam dan berasosiasi dengan zona aliran panas tinggi pada daerah sekitar tubuh batuan plutonik granit yang memiliki kapasitas panas yang cukup besar.

Sistem panas bumi di Pulau Bangka dan Belitung yang berasosiasi dengan lingkungan batuan plutonik tua berupa granit memiliki potensi panas bumi yang tidak besar, sehingga secara umum cukup baik dimanfaatkan secara langsung (*direct use*) untuk kepentingan pariwisata atau pengeringan hasil pertanian.

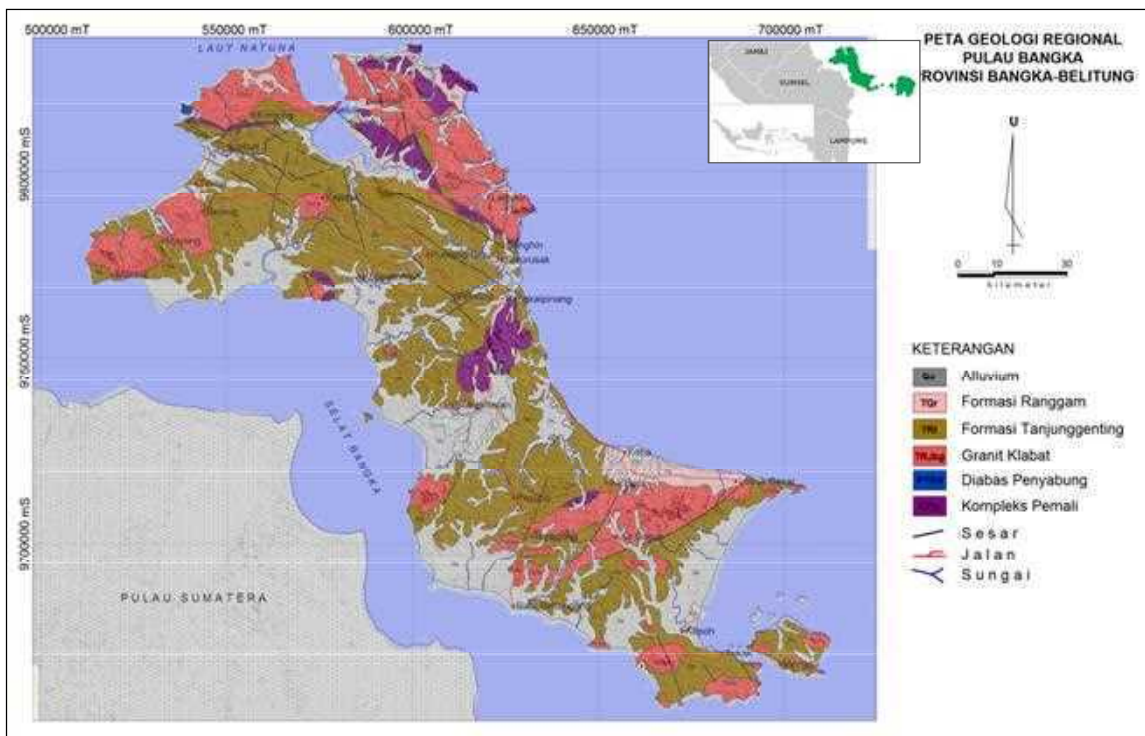
## DAFTAR PUSTAKA

- Andi Mangga dan Djamal, 1994.** Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Anna Y, dkk., 2010.** Hasil Uji Petik Pemutakhiran Panas Bumi di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung
- Baharuddin dan Sidarto, 1995.** Peta Geologi Lembar Belitung, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Margono, Supandjono dan Partoyo, 1995.** Peta Geologi Lembar Bangka Selatan, Sumatera, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Nicholson, Keith, 1993.** *Geothermal Fluids, Chemistry and Exploration Techniques*, Springer Verlag Inc.
- Pusat Sumber Daya Geologi, 2009.** Potensi Energi Panas Bumi Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

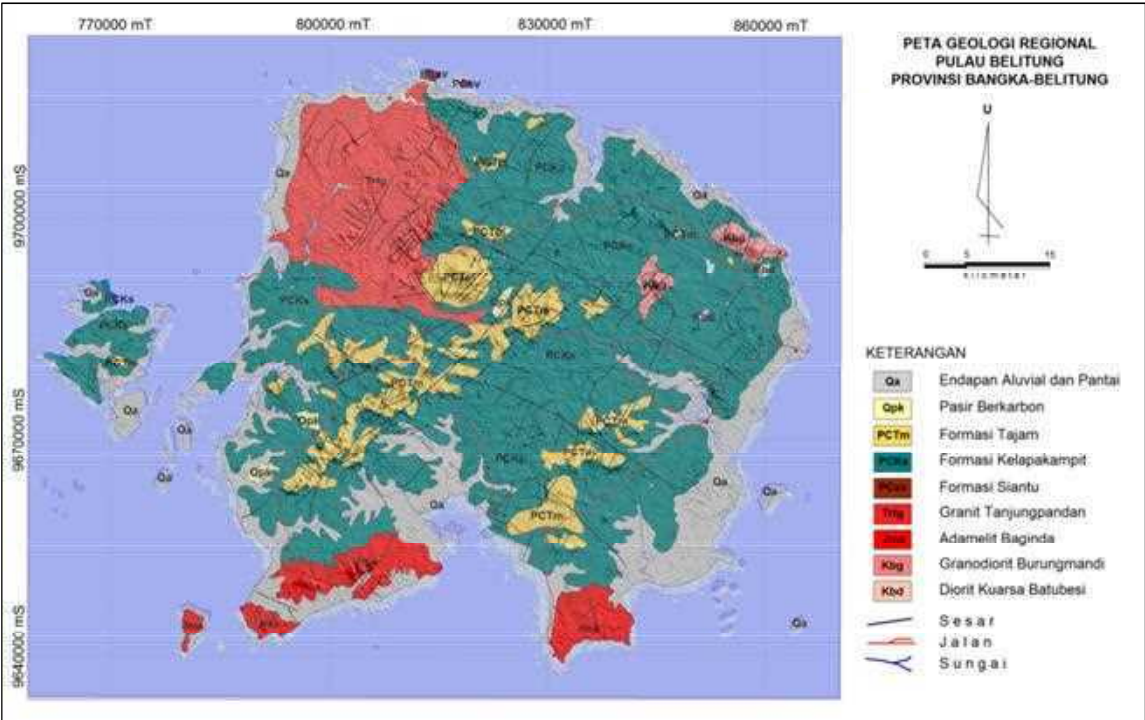




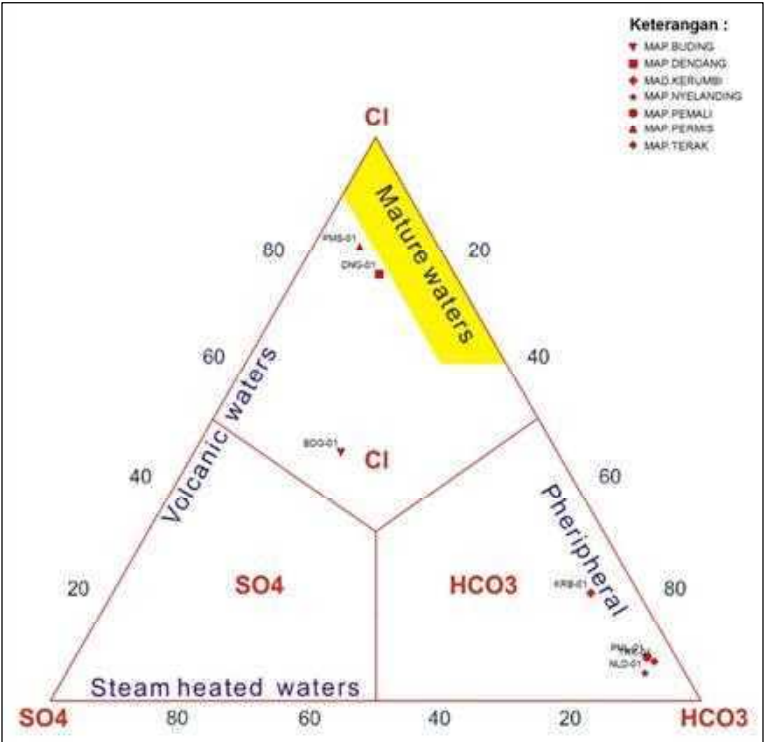
Gambar 1 Peta lokasi daerah penyelidikan



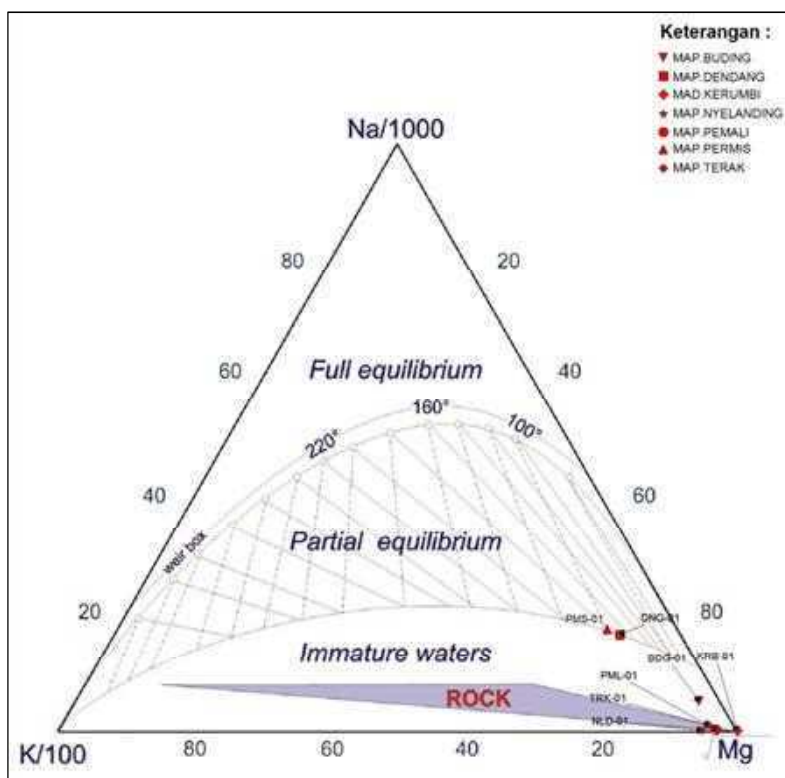
Gambar 2 Peta geologi regional Pulau Bangka (Modifikasi dari Andi Mangga, dkk., 1994 dan Margono, dkk.,1995)



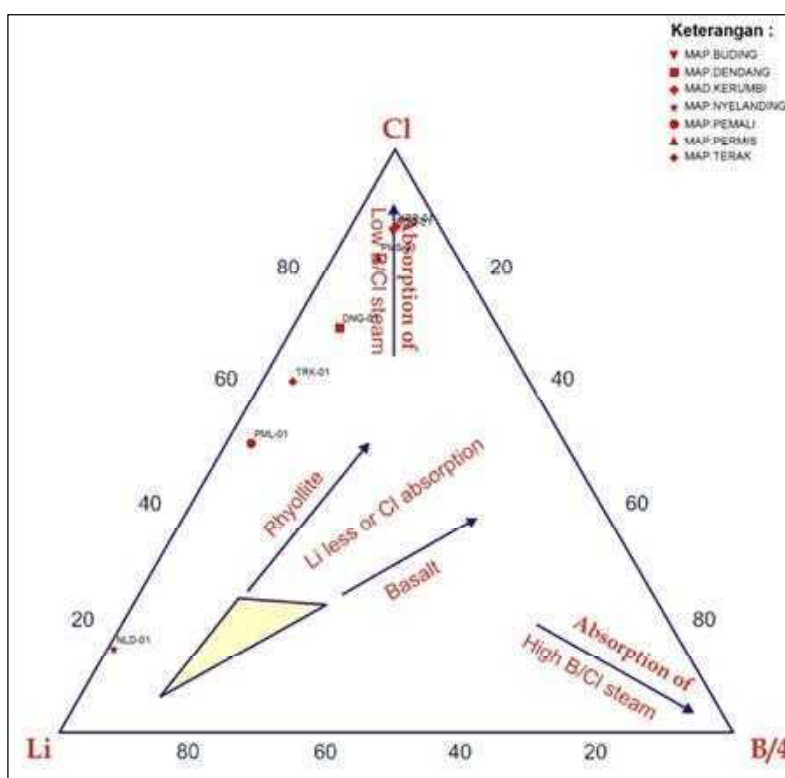
Gambar 3 Peta geologi regional Pulau Belitung (Modifikasi dari Baharuddin, dkk., 1995)



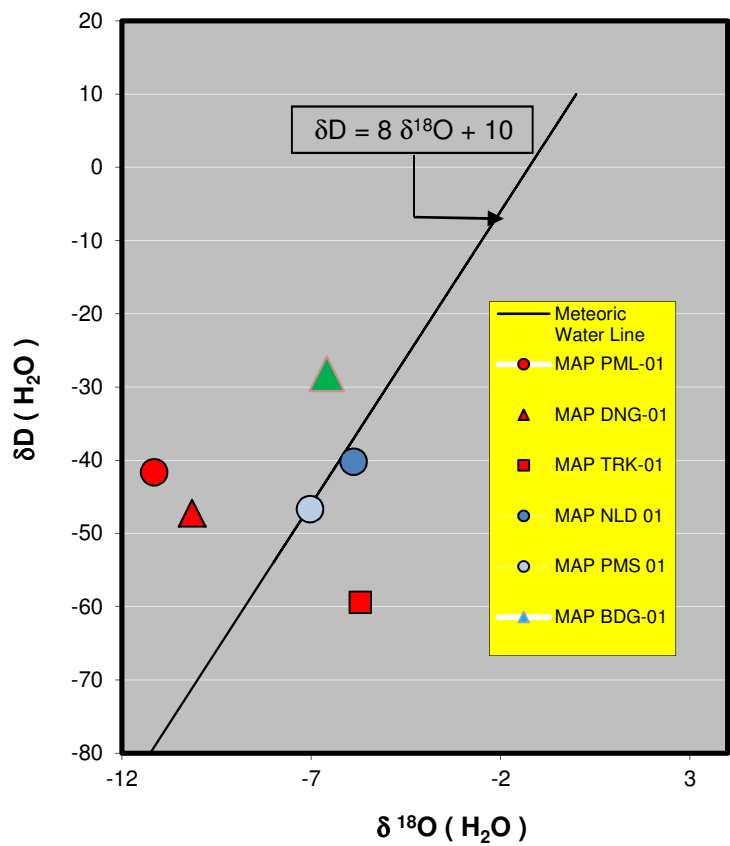
Gambar 4 Diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> air panas



Gambar 5 Diagram segitiga Na-K-Mg air panas



Gambar 6 Diagram segitiga Cl-Li-B air panas



Gambar 7 Diagram isotop air panas

**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA  
DAERAH PANAS BUMI KABUPATEN GORONTALO, BOALEMO, DAN  
KABUPATEN POHUWATO, PROVINSI GORONTALO**

**Dede Iim Setiawan, Herry Sundhoro, Eddy Mulyadi**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

**SARI**

Secara umum geologi regional daerah penyelidikan terdiri dari batuan terobosan, batuan gunungapi, batuan sedimen, dan endapan permukaan yang terbentuk mulai Eosen hingga Resen. Batuan diorit dalam Kelompok Granodiorit, dengan hasil pentarikan umur batuan metode jejak belah (*fission track*) dari mineral Zirkon menghasilkan umur  $0,5 \pm 0,2$  juta tahun atau pada Kala Plistosen Akhir. Daerah penyelidikan didominasi oleh struktur berarah barat - timur yang membentuk sesar normal, arah timurlaut - baratdaya yang membentuk sesar normal, arah baratlaut - tenggara hingga utara - selatan yang terdiri dari sesarmendatar dan sesar normal. Sesar-sesar ini yang mengontrol pemunculan manifestasi di daerah Boalemo. Sumber panas (*heat sources*) diperkirakan berasosiasi dengan pembentukan aktivitas plutonik yang baru berkomposisi dioritik, dan aktivitas tektonik termuda membentuk sesar-sesar normal yang mengontrol pemunculan manifestasi dan memungkinkan terbentuk *jog* sehingga fluida panas bumi dapat keluar melalui celah ke permukaan.

Manifestasi panas berupa mata air panas yang tersebar di 3 lokasi, yaitu di Desa Dilonyohu, Kecamatan Boliyohuto, Kabupaten Gorontalo, Desa Dulangeya, Kecamatan Botumoito, Kabupaten Boalemo, dan di Desa Popaya, Kecamatan Dengilo, Kabupaten Pohuwato dengan temperatur berkisar 37,6 – 60,9°C.

Fluida panas bumi di daerah Dilonyohu-Tungo bertipe klorida-sulfat dan ber-pH normal, diperkirakan sebagai air panas yang berasal dari reservoir panas bumi yang ada di daerah ini. Mata air panas Dulangeya merupakan air panas bertipe sulfat, meskipun hasil pengukuran pH menunjukkan air panasnya netral dan cenderung ke alkali. Mata air panas Pohuwato bertipe klorida-bikarbonat. Air panas bertipe klorida merupakan indikasi bahwa air tersebut berasal dari reservoir panas bumi, sedangkan air bikarbonat mengindikasikan bahwa air panas tersebut terbentuk di permukaan atau komposisinya didominasi oleh air permukaan.

Daerah panas bumi Dilonyohu-Tungo dengan temperatur bawah permukaan sebesar 100 °C, daya per satuan luas 5 MWe/km<sup>2</sup>, dan luas daerah prospek 3 km<sup>2</sup>, maka potensi panas bumi spekulatifnya sebesar 15 Mwe. Daerah panas bumi

Dulanganya dengan temperatur bawah permukaan sebesar 90 °C, daya per satuan luas 5 MWe/km<sup>2</sup>, dan luas daerah prospek 2 km<sup>2</sup>, maka potensi panas bumi spekulatifnya sebesar 10 MWe. Daerah panas bumi Pohuwato dengan temperatur bawah permukaan sebesar 220 °C, daya per satuan luas sebesar 10 MWe/km<sup>2</sup>, dan luas daerah prospek 4 km<sup>2</sup>, maka potensi panas bumi spekulatifnya sebesar 40 Mwe.

Kata kunci: panas bumi Gorontalo, potensi panas bumi.

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan industri dan pembangunan serta krisis sumber daya energi di Indonesia memicu pencarian sumber energi baru yang dapat terbarukan. Hal ini menyusul semakin berkurangnya ketersediaan energi fosil, terutama minyak dan gas bumi. Dampak lingkungan pada pemakaian energi fosil menambah beban berat semua negara di dunia untuk mencari sumber energi baru terbarukan yang juga ramah lingkungan. Beberapa sumber energi alternatif mulai ramai diperhatikan, salah satunya adalah sumber energi panas bumi.

Indonesia memiliki sumber daya panas bumi yang besar, namun masih banyak daerah panas bumi yang belum diselidiki lebih lanjut untuk diketahui potensinya, salah satunya di Kabupaten Gorontalo, Boalemo, dan Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Daerah ini memiliki beberapa manifestasi panas bumi permukaan berupa mata air panas yang mengindikasikan adanya sistem panas bumi di bawahnya. Untuk mengetahui aspek kepanasbumian di daerah ini

diperlukan penyelidikan dengan metode geologi dan geokimia.

Daerah panas bumi di Kabupaten Gorontalo, Boalemo, dan Kabupaten Pohuwato dapat ditempuh dari Kota Gorontalo ke arah barat dengan menggunakan kendaraan roda empat (Gambar 1).

## **METODOLOGI**

Metode geologi digunakan untuk mengetahui sebaran batuan, mengenali gejala tektonik, dan karakteristik fisik manifestasi panas bumi. Pemetaan morfologi, satuan batuan, struktur geologi dan manifestasi panas bumi, dimaksudkan untuk lebih mengetahui hubungan antara semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi di daerah tersebut.

Metode geokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik fluida dan kondisi reservoir panas bumi. Karakteristik beberapa parameter diperoleh dari jenis manifestasi, konsentrasi senyawa kimia terlarut dan terabsorpsi dalam fluida panas yang terkandung dalam sampel air, dan

anomali distribusi horisontal pada tanah dan udara tanah pada kedalaman satu meter sebagai indikasi sumber daya panas bumi. Parameter yang digunakan meliputi sifat fisika dan kimia manifestasi, data hasil analisis kimia air, serta Hg tanah dan CO<sub>2</sub> udara tanah.

## MANIFESTASI PANAS BUMI

Manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan berupa pemunculan kelompok mata air panas yang tersebar di tiga lokasi, yaitu: kelompok mata air panas Dulangeya (Boalemo), Pohuwato (Pohuwato), dan Diloniyohu-Tungo (Gorontalo) dengan temperatur berkisar 37 – 55,5°C. Berdasarkan keadaan geologi lokasi pemunculan manifestasi, daerah panas bumi Boalemo dikelompokkan menjadi 3 daerah panas bumi yaitu Dulangeya, Pohuwato, dan Diloniyohu-Tungo.

Total energi panas yang hilang secara alamiah (*natural heat loss*) dari mata air panas yang terdapat di ketiga kelompok tersebut adalah sebesar 2,7 MW<sub>th</sub>.

## GEOLOGI

Sistem panas bumi Gorontalo terdapat di daerah yang dicirikan oleh dominasi batuan beku dalam plutonik berkomposisi granodiorit hingga diorit, batuan vulkanik berkomposisi basaltik, andesitik, hingga dasitik, serta endapan

permukaan berupa endapan danau dan alluvium.

Morfologi daerah Boalemo terdiri dari perbukitan terjal, perbukitan bergelombang, dan morfologi pedataran. Morfologi ini berada pada batuan beku plutonik dan vulkanik yang telah terkekarkan dan tersesarkan, dan sebagian membentuk *pull-apart basin* yang membentuk endapan danau.

Batuan tertua yang tersingkap di daerah Boalemo adalah batuan vulkanik berkomposisi andesitik hingga basaltik yang termasuk ke dalam Formasi Tinombo yang berumur Eosen, menempati sebagian kecil daerah ini, tersingkap di daerah Dulangeya. Kemudian diterobos oleh batuan plutonik berkomposisi granodiorit yang termasuk dalam Kelompok Granodiorit Bumbulan (Tpb) yang secara regional terbentuk pada Kala Miosen hingga Pliosen. Batuan ini dijumpai di daerah Dulangeya dan Pohuwato. Sementara itu, pada pertengahan Miosen Tengah sampai pertengahan Miosen Akhir terbentuk batuan terobosan granodiorit yang tersingkap di daerah Diloniyohu-Tungo yang termasuk dalam Kelompok Diorit Boliohuto (Tmbo) yang terdiri dari diorit dan granodiorit. Batuan ini diterobos oleh intrusi andesitik yang tersingkap di beberapa tempat. Kemudian aktivitas vulkanik berlangsung di daerah Pohuwato yang menghasilkan Batuan Vulkanik Pani

(Tppv) yang terdiri dari breksi lava dan aliran lava berkomposisi dasitik, dijumpai di daerah Gunung Pani dan Gunung Langge. Umur batuan disejajarkan dengan Peta Geologi Regional, yakni Miosen-Pliosen. Aktivitas magmatik terus berlangsung hingga Zaman Kuartar yang membentuk batuan diorit berumur Plistosen, tersingkap di daerah Dulangeya. Kegiatan selanjutnya, mulai Plistosen terbentuk Endapan Danau (Qpl) berupa batulempung, batupasir, dan kerikil. Selanjutnya adalah pembentukan endapan permukaan berupa aluvium, proses pembentukannya masih terus berlangsung hingga sekarang (Gambar 2).

### Kimia Air

Fluida panas yang berasal dari mata air panas Diloniyohu yang bertipe klorida-sulfat (Gambar 3) dan ber-pH normal diperkirakan sebagai air panas yang berasal dari reservoir panas bumi yang ada di daerah ini, namun ketika fluida panas bergerak menuju permukaan terjadi interaksi dengan batuan dan air permukaan yang dilaluinya. Interaksi fluida panas dengan batuan terjadi sampai terjadi kesetimbangan sebagian (*partial equilibrium*). Air panas Diloniyohu yang bertipe klorida merupakan indikasi air panas yang berasal dari reservoir panas bumi. Air panas lainnya di daerah ini,

yaitu mata air panas Tungo yang bertipe bikarbonat diperkirakan lebih didominasi oleh kandungan air permukaan, sehingga kandungan unsur-unsur yang berasal dari reservoir panas buminya telah mengalami pengenceran ketika sampai di permukaan. Hal ini terlihat juga dari kandungan unsur Mg yang tinggi jika dibandingkan dengan air panas Diloniyohu, dan air panas Tungo tidak mengalami proses kesetimbangan (*immature waters*) dalam interaksinya dengan batuan, sehingga merupakan air permukaan/meteorik saja.

Fluida panas yang terdapat pada mata air panas Dulangeya merupakan air panas bertipe sulfat, meskipun hasil pengukuran pH menunjukkan air panasnya netral dan cenderung ke alkali. Konsentrasi sulfat tinggi diperkirakan berasosiasi dengan adanya daerah mineralisasi yang terdapat di sekitar sistem panas buminya, sehingga fluida panas dari reservoir panas buminya mengalami interaksi dengan batuan hasil proses mineralisasi, meskipun tidak mencapai kesetimbangan (*immature waters*). Konsentrasi sulfat yang tinggi bersamaan juga dengan kehadiran unsur F yang cukup signifikan jika dibandingkan konsentrasi Li yang sangat rendah maupun konsentrasi Ca pada air panasnya yang tidak signifikan terhadap konsentrasi Ca pada air dinginnya.



Fluida panas yang terdapat pada mata air panas Pohuwato bertipe klorida-bikarbonat. Air panas bertipe klorida merupakan indikasi bahwa air tersebut berasal dari reservoir panas bumi, sedangkan air bikarbonat mengindikasikan bahwa air panas tersebut terbentuk di permukaan atau komposisinya didominasi oleh air permukaan. Interaksi antara fluida panas dengan batuan di sekitarnya telah mengakibatkan fluida panasnya mencapai kesetimbangan sebagian (*partial equilibrium*), sehingga beberapa mineral batuanannya banyak terkandung/terlarutkan dalam fluida panasnya. Terlihat juga dari tingginya kandungan unsur Li yang menunjukkan bahwa air panas Pohuwato berasal dari reservoir panas bumi di daerah tersebut yang pengaruh batuan magmatiknya (vulkanik) masih relatif besar. Hal yang sama dengan kandungan unsur Boron (B) yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan air panas Diloniyohu dan Dulangeya. ini memperlihatkan bahwa sistem panas bumi di Pohuwato masih terbilang lebih muda dari pada sistem panas bumi Diloniyohu dan Dulangeya (Gambar 5).

### Isotop

Hasil analisis isotop memperlihatkan adanya pengkayaan isotop Oksigen-18 dan Deuterium pada sampel air panas Diloniyohu dan

Pohuwato, meskipun hanya sedikit saja bila dibandingkan dengan kandungan isotop pada air dingin/meteoriknya. Pengeplotan isotop Oksigen-18 ( $^{18}\text{O}$ ) dan Deuterium ( $^2\text{H}$ ) sampel air panas menunjukkan bahwa sampel air panas Diloniyohu dan Pohuwato relatif menjauh ke arah kanan garis air meteorik (*meteoric water line*) yang berarti bahwa telah terjadi proses pengkayaan  $^{18}\text{O}$  selama berlangsungnya interaksi antara fluida panas dengan batuan di kedalaman (Gambar 6).

### Kimia Tanah dan Udara Tanah

Distribusi temperatur dan pH tanah tidak memperlihatkan anomali, kecuali di Pohuwato temperaturnya memperlihatkan anomali di atas 27,87 °C di lokasi mata air panas Pohuwato. Kandungan  $\text{CO}_2$  memperlihatkan anomali tinggi di atas 5,45% di sekitar mata air panas Pohuwato dan anomali Hg tinggi di atas 333,81 ppb di bagian barat mata air panas Pohuwato.

### Geotermometri

Hasil perhitungan dengan geotermometer silika pada kondisi *conductive cooling* maupun *adiabatic cooling* menunjukkan bahwa temperatur reservoir panas bumi Diloniyohu sebesar 90-120°C, Dulangeya 90°C, dan Pohuwato sebesar 160°C. Dengan geotermometer Na-K temperatur

reservoir panas bumi Diloniyohu antara 80-100°C dan Dulangeya adalah antara 80-120°C, sedangkan temperatur reservoir panas bumi Pohuwato berkisar antara 210-230°C. Dengan geotermometer Na-K-Ca temperatur reservoir panas bumi Diloniyohu adalah sebesar 60°C, Dulangeya sebesar 15°C, dan Pohuwato sebesar 210°C.

### SISTEM PANAS BUMI

Produk aktivitas vulkanik dan plutonik Tersier sebagian telah mengalami erosi tahapan dewasa serta terkekarkan secara intensif, sehingga memungkinkan batuan ini memiliki permeabilitas yang cukup baik untuk meloloskan fluida, khususnya fluida hidrotermal yang berkerja di daerah ini. Proses tektonik lanjutannya menyebabkan pengangkatan (*uplift*) menjadi daratan. Selama proses pengangkatan ini aktivitas magmatik masih berlanjut dan menghasilkan batuan-batuan vulkanik Kuarter berupa lava dan breksi lava yang berkomposisi dasitik. Proses tektonik yang berlangsung juga menyebabkan pembentukan *pull-apart basin* yang menghasilkan sedimentasi endapan danau.

Adanya aktivitas plutonik baru berkomposisi dioritik berumur  $0,5 \pm 0,2$  juta tahun diduga sebagai sumber panas (*heat source*) untuk sistem panas bumi Boalemo. Aktivitas tektonik

termuda membentuk sesar-sesar normal yang mengontrol pemunculan manifestasi dan memungkinkan terbentuk *jog* sehingga fluida panas bumi dapat keluar melalui celah ke permukaan.

### Potensi Energi

Dengan temperatur reservoir panas bumi sebesar 100 °C (geotermometer Na-K), daya per satuan luas sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>, dan luas daerah prospek 3 km<sup>2</sup>, maka besarnya potensi panas bumi spekulatif daerah Diloniyohu sebesar 15 Mwe. Dengan temperatur reservoir hasil perhitungan geotermometer silika sebesar 90 °C, besarnya daya per satuan luas sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup> dan luas daerah prospek 2 km<sup>2</sup>, maka besarnya potensi panas bumi spekulatif daerah Dulangeya adalah sebesar 10 MWe. Sedangkan air panas Pohuwato yang memiliki temperatur reservoir sebesar 220 °C (geotermometer Na-K), besarnya daya per satuan luas sebesar 10 MWe/km<sup>2</sup> dan luas daerah prospek 4 km<sup>2</sup>, maka besarnya potensi panas bumi spekulatif adalah 40 MWe.

### DISKUSI

Sumber panas (*heat sources*) diperkirakan berasosiasi dengan pembentukan aktivitas magmatik baru yang berumur  $0,5 \pm 0,2$  juta tahun. Sistem panas bumi Dulangeya

diperkirakan berasosiasi dengan batuan beku dalam (plutonik). Sistem panas bumi Pohuwato diperkirakan berasosiasi dengan batuan vulkanik dan plutonik. Sedangkan sistem panas bumi Diloniyohu diperkirakan berasosiasi dengan batuan plutonik dan tektonik regional yang bekerja di sekitarnya.

Air panas Diloniyohu yang mengalami kesetimbangan sebagian dengan konsentrasi silika yang tidak terlalu tinggi, maka temperatur bawah permukaan yang dianggap sebagai representasi dari reservoir panas buminya adalah berdasarkan geotermometer Na-K, yaitu sebesar 100 °C. Air panas Dulangeya yang tidak mengalami kesetimbangan, maka temperatur bawah permukaan yang dianggap sesuai adalah 90 °C, yaitu dari geotermometer silika. Sedangkan air panas Pohuwato yang mengalami kesetimbangan sebagian dengan konsentrasi silika cukup tinggi, temperatur bawah permukaan yang dianggap sebagai representasi dari reservoir panas buminya adalah sebesar 220 °C.

## KESIMPULAN

Sistem panas bumi daerah penyelidikan dibangun oleh batuan beku vulkanik dan batuan beku dalam (plutonik). Sistem panas bumi daerah ini berasosiasi dengan intrusi batuan beku

dalam dan tektonik regional yang bekerja di sekitarnya.

Peluang pengembangan daerah penyelidikan cukup menarik dengan hadirnya batuan beku berumur muda yang diperkirakan sebagai sumber panasnya. Termasuk akses dan pencapaian yang mudah untuk sampai ke lokasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fournier, R.O., 1981.** *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, Geothermal System: Principles and Case Histories.* John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988.** *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo- Indicators.* *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 – 2765.
- Lawless, J., 1995.** *Guidebook: An Introduction to Geothermal System.* Short course. Unocal Ltd. Jakarta.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977.** *Chemistry and Geothermal System.* Academic Press Inc. Orlando.
- Ratman, dkk. 1993.** Peta Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

**Simandjuntak, 1992.** *An Outline of Tectonics of the Indonesian Region.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

**Van Leeuwen, T.M., 1994.** *25 Years of Mineral Exploration and Discovery in Indonesia.* Journal of Geochemical Exploration.

**Villeneuve, 2001.** *Geology of The Central Sulawesi Belt (Eastern Indonesia): Constrains of Geodynamic Models.* International Journal Earth Science. Springer-Verlag.

....., **2010.** Statistik Daerah Kabupaten Pohuwato. Badan Pusat Statistik Kabupaten Pohuwato.

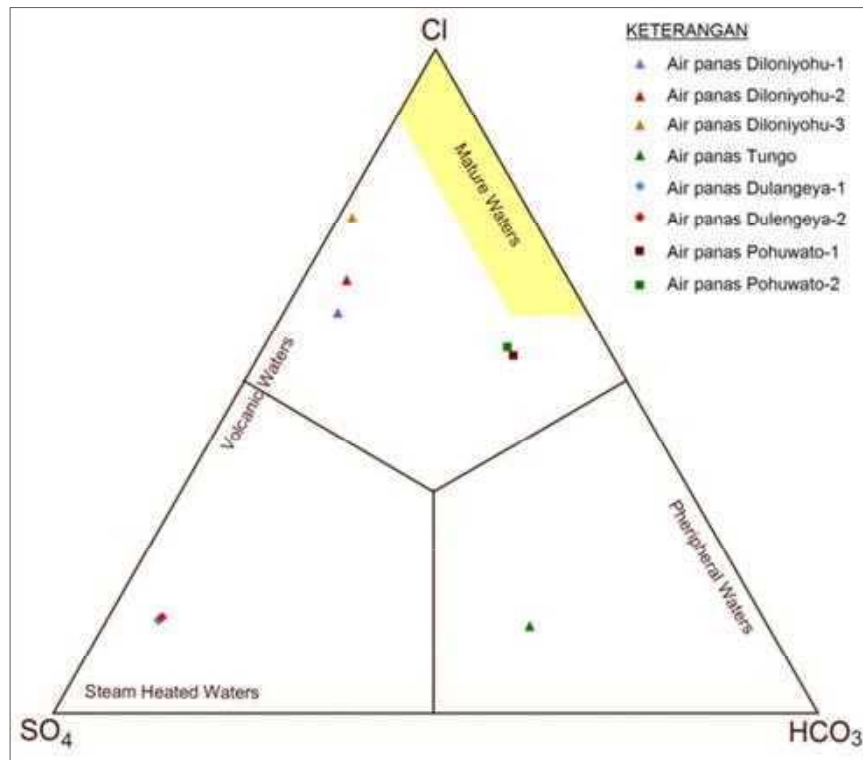
....., **2010.** Potensi Daerah Kabupaten Boalemo. Dinas Pendapatan Kabupaten Boalemo.



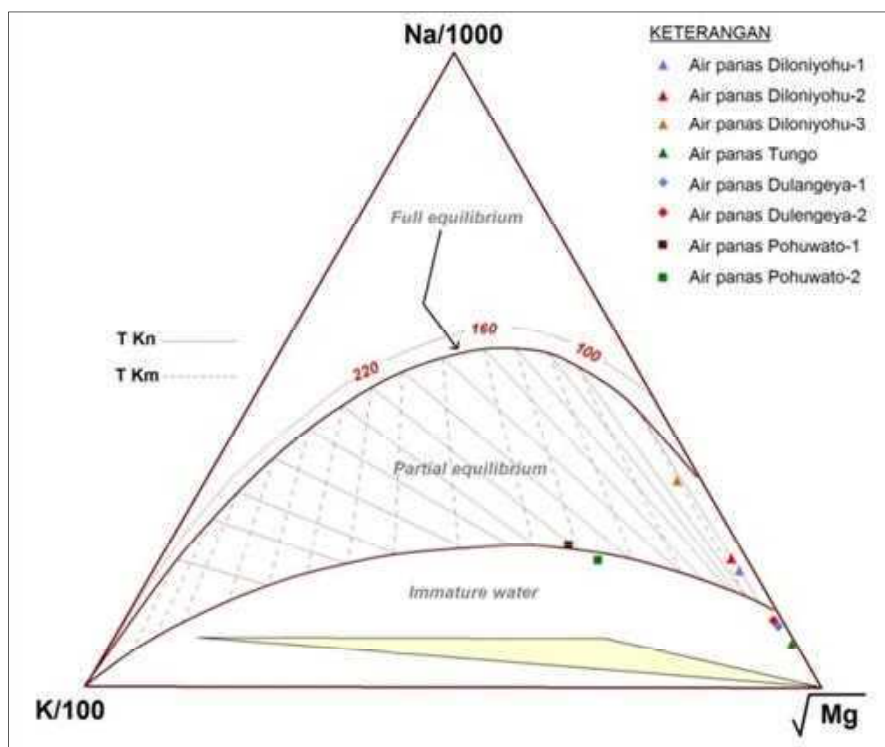
Gambar 1 Peta lokasi daerah penyelidikan



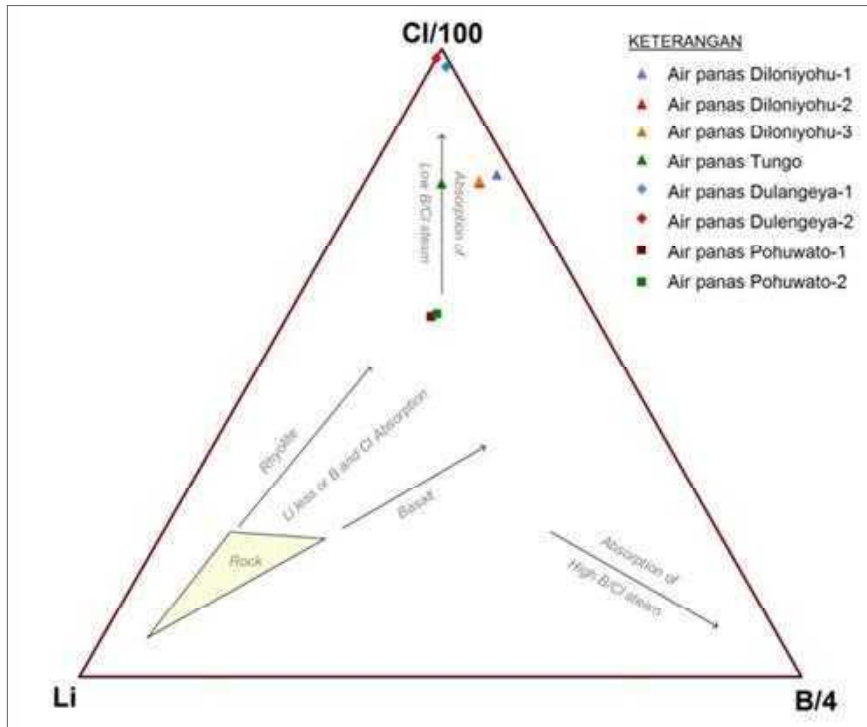
Gambar 2 Peta geologi regional daerah Gorontalo (Modifikasi dari Ratman, dkk., 1993)



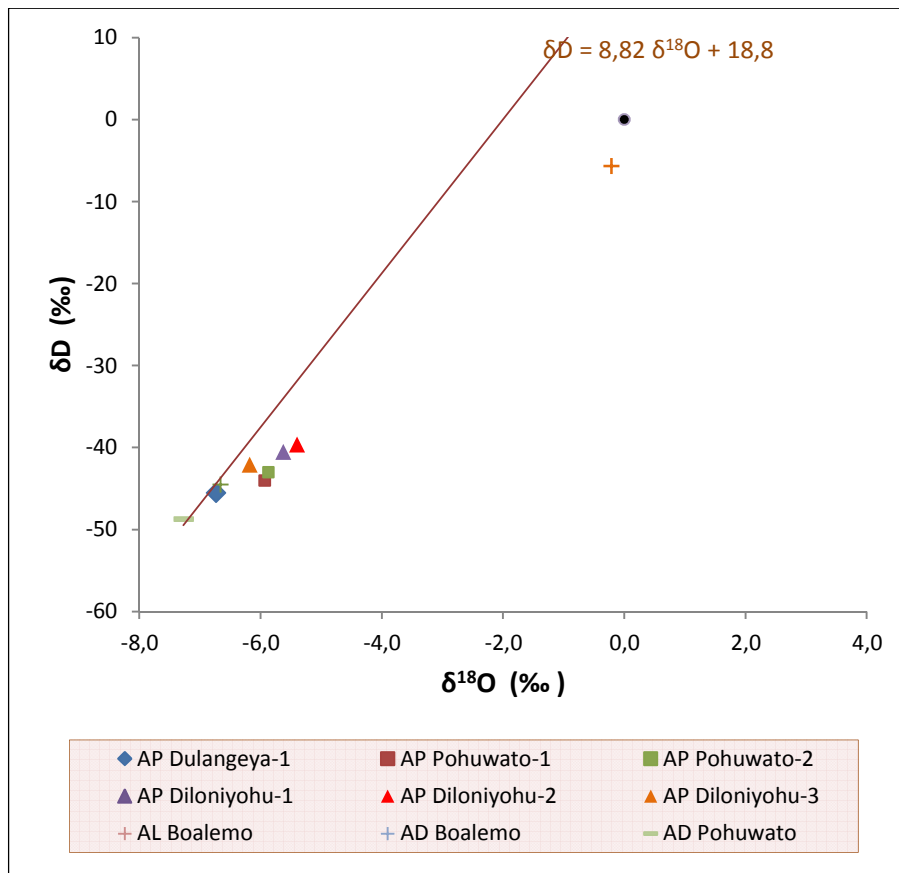
Gambar 3 Diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> air panas



Gambar 4 Diagram segitiga Na-K-Mg air panas



Gambar 5 Diagram segitiga Cl-Li-B air panas



Gambar 6 Diagram isotop air Daerah Gorontalo



**PENYELIDIKAN PENDAHULUAN GEOLOGI DAN GEOKIMIA  
DAERAH PANAS BUMI KABUPATEN MAMUJU DAN MAMUJU UTARA  
PROVINSI SULAWESI BARAT**

**Dede Iim Setiawan, Herry Sundhoro, Eddy Mulyadi**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

**SARI**

Stratigrafi daerah penyelidikan disusun oleh batuan vulkanik Tersier berkomposisi andesit - basaltik yang terdiri dari batuan lava dan piroklastik, batuan sedimen Tersier, dan endapan permukaan berupa aluvium. Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan didominasi oleh sesar normal yang berarah baratdaya - timurlaut dan berarah baratlaut - tenggara, serta sesar mendatar yang berarah baratlaut - tenggara.

Manifestasi panas bumi permukaan hanya berupa mata air panas yang tersebar di enam lokasi, yaitu mata air panas Tappalang, Karema, Ampallas, Panasuan, Kona Kaiyangan, dan mata air panas Doda dengan temperatur berkisar antara 37 – 71°C. Total energi panas yang hilang secara alamiah (*natural heat loss*) adalah sebesar 133,23 kW<sub>th</sub>.

Semua air panas di daerah Mamuju dan Mamuju Utara bertipe bikarbonat. Air panas Ampallas, Tappalang, dan Kona Kaiyangan termasuk ke dalam kelompok *partial equilibrium*, sedangkan air panas Doda dan Karema termasuk ke dalam kelompok *immature waters*. Hanya air panas Ampallas yang menunjukkan adanya proses pengkayaan <sup>18</sup>O selama berlangsungnya interaksi antara fluida panas dengan batuan di kedalaman. Perkiraan temperatur reservoir sistem panas bumi Ampallas adalah sebesar 160°C, Karema 100°C, Tappalang 140 °C, Panasuan 100 °C, Kona Kaiyangan 120°C, dan temperatur reservoir sistem panas bumi Doda sebesar 80°C.

Sistem panas bumi daerah Mamuju diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas magmatik berupa intrusi batuan yang tidak tersingkap di permukaan dan berhubungan dengan aktivitas tektonik yang sedang berlangsung. Sedangkan sistem panas bumi daerah Mamuju Utara diperkirakan merupakan sistem sirkulasi dalam yang berasosiasi dengan anomali peningkatan gradien temperatur pada lingkungan batuan sedimen di kedalaman.

Potensi sumber daya panas bumi spekulatif daerah panas bumi Tappalang sebesar 30 MWe, Karema 10 MWe, Ampallas 40 MWe, Panasuan 5 MWe, Kona Kaiyangan 10 MWe, dan daerah panas bumi Doda sebesar 5 MWe.

Daerah panas bumi Ampallas memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi energi listrik, sedangkan daerah yang lain dapat digunakan untuk pemanfaatan langsung (*direct use*) seperti pariwisata atau pengeringan hasil pertanian.

Kata kunci: panas bumi mamuju, potensi panas bumi.

## **PENDAHULUAN**

Energi panas bumi merupakan energi alternatif bersifat terbarukan dan menjadi sumber energi alami untuk mengurangi ketergantungan pemakaian energi listrik dari energi fosil yang semakin menipis.

Salah satu usaha dalam memanfaatkan panas bumi sebagai sumber energi alternatif bagi pemenuhan tenaga listrik tersebut, Pemerintah melakukan penyelidikan di beberapa daerah potensi panas bumi, salah satunya potensi panas bumi yang terdapat di Kabupaten Mamuju dan Mamuju Utara, Provinsi Sulawesi Barat. Di daerah ini terdapat beberapa manifestasi panas bumi permukaan berupa mata air panas yang mengindikasikan adanya sistem panas bumi di bawahnya. Untuk mengetahui aspek kepanasbumian di daerah ini diperlukan penyelidikan dengan metode geologi dan geokimia.

Daerah panas bumi tersebar di Kabupaten Mamuju dan Mamuju Utara, dapat ditempuh dari Kota Makassar ke

arah utara dengan menggunakan kendaraan roda empat selama 10 jam (Gambar 1).

## **METODOLOGI**

Metode geologi digunakan untuk mengetahui sebaran batuan, mengenali gejala tektonik, dan karakteristik fisik manifestasi panas bumi. Pemetaan morfologi, satuan batuan, struktur geologi dan manifestasi panas bumi, dimaksudkan untuk lebih mengetahui hubungan antara semua parameter geologi yang berperan dalam pembentukan sistem panas bumi di daerah tersebut.

Metode geokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik fluida dan kondisi reservoir panas bumi. Karakteristik beberapa parameter diperoleh dari jenis manifestasi, konsentrasi senyawa kimia terlarut dan terabsorpsi dalam fluida panas yang terkandung dalam sampel air, dan anomali distribusi horisontal pada tanah dan udara tanah pada kedalaman satu meter sebagai indikasi sumber daya

panas bumi. Parameter yang digunakan meliputi sifat fisika dan kimia manifestasi, data hasil analisis kimia air, serta Hg tanah dan CO<sub>2</sub> udara tanah.

### MANIFESTASI PANAS BUMI

Kabupaten Mamuju memiliki 5 lokasi manifestasi panas bumi berupa mata air panas, yaitu mata air panas Ampallas bertemperatur 66 - 71°C, Karema 47,7 °C, Tappalang 53,3 °C, Panasuan 47,7, dan mata air panas Kona Kaiyangan 42 °C. Hanya satu lokasi mata air panas di Kabupaten Mamuju Utara, yaitu mata air panas Doda bertemperatur 37,2°C.

Total energi panas yang hilang secara alamiah (*natural heat loss*) dari mata air panas di daerah panas bumi Mamuju dan Mamuju Utara adalah sebesar 133,23 kW<sub>th</sub>.

### GEOLOGI

Secara umum daerah pemunculan mata air panas di Kabupaten Mamuju berada pada lingkungan geologi yang tersusun oleh dominasi batuan vulkanik Tersier berkomposisi andesit hingga basaltik, batuan sedimen, serta endapan permukaan berupa endapan alluvium. Sedangkan daerah panas bumi Kabupaten Mamuju Utara berada pada daerah yang tersusun oleh batuan

sedimen berupa batupasir dan endapan aluvium.

Batuan tertua yang tersingkap di daerah Mamuju dan Mamuju Utara adalah batuan vulkanik berkomposisi andesitik hingga basaltik yang termasuk ke dalam Formasi Talaya dan Formasi Adang yang berumur Miosen. Batuan ini tersebar luas dari bagian tengah di morfologi pegunungan hingga bagian barat daerah penyelidikan. Kemudian batuan ini ditutupi oleh batuan sedimen yang terdiri dari batupasir dan batugamping berumur Miosen Akhir-Pliosen. Batupasir dijumpai di daerah Panasuan dan Doda. Sementara batugamping tersingkap di daerah Karema. Kegiatan selanjutnya, adalah pembentukan endapan permukaan berupa aluvium, proses pembentukannya masih terus berlangsung hingga sekarang (Gambar 2).

Struktur geologi daerah Mamuju dan Mamuju Utara terbentuk setelah pengendapan Formasi Mamuju yang berumur Miosen Akhir dan Formasi Larian yang berumur Miosen Akhir – Pliosen Awal (Ratman dan Atmawinata, 1993), yang diakibatkan oleh gaya kompresi regional barat – timur. Gaya kompresi ini diperkirakan berhubungan dengan peristiwa tumbukan antara benua mikro (pecahan Benua Australia) dengan Mintakat Geologi Busur Magmatik Tersier Sulawesi Barat yang

mencapai klimaksnya pada Miosen Akhir (Coffield dkk, 1993).

### Kimia Air

Secara umum air panasnya memperlihatkan konsentrasi yang relatif sama dengan air dinginnya, kecuali air panas ampallas yang mengindikasikan bahwa air panasnya hanya sedikit terpengaruh air permukaan. Fluida panas yang berasal dari semua mata air panasnya memperlihatkan air bertipe bikarbonat (Gambar 3), kecuali air panas Ampallas yang relatif kaya akan kloridanya (bikarbonat-klorida) dan air panas Tappalang yang tinggi konsentrasi sulfatnya (bikarbonat-sulfat). Air panas bikarbonat biasanya merupakan indikasi bahwa air panas tersebut telah dipengaruhi oleh proses pencampuran dengan air permukaan/meteorik. Air panas Ampallas diperkirakan merupakan air yang berasal dari fluida reservoir panas bumi yang masih memperlihatkan asosiasinya dengan lingkungan vulkanik dan sempat berinteraksi dengan batuan pada kondisi *partial equilibrium* sebelum akhirnya mengalami pencampuran oleh air permukaan. Air panas bikarbonat-sulfat di Tappalang mungkin merupakan indikasi bahwa air panas tersebut adalah air yang berhubungan dengan fluida panas bumi yang telah berinteraksi dengan batuan pada kondisi *partial equilibrium* (Gambar 4) dan

kemungkinan berasosiasi dengan zona mineralisasi di sekitar sistem panas buminya, dimana konsentrasi sulfatnya tinggi, tetapi pH air panasnya yang alkali. Bahkan konsentrasi unsur F yang cukup signifikan, tetapi konsentrasi Li sangat kecil.

### Isotop

Hasil analisis isotop memperlihatkan adanya pengkayaan isotop Oksigen-18 dan Deuterium pada semua sampel air panas, meskipun tidak signifikan terhadap kandungan isotop pada air dingin/meteoriknya. Sampel air panas Ampallas memperlihatkan pengkayaan Oksigen-18 dan Deuterium yang sedikit signifikan terhadap rata-rata air meteoriknya jika dibandingkan dengan air panas lainnya (Gambar 6). Sedangkan air panas lainnya secara umum berada pada kisaran isotop air meteoriknya.

Air panas Ampallas relatif menjauh ke arah kanan garis air meteorik (*meteoric water line*), hal ini merupakan salah satu indikasi bahwa telah terjadi proses pengkayaan  $^{18}\text{O}$  selama berlangsungnya interaksi antara fluida panas dengan batuan di kedalaman. Selama interaksi tersebut terjadi reaksi substitusi  $^{18}\text{O}$  dari batuan dengan  $^{16}\text{O}$  dari fluida panas. Sedangkan pengkayaan Deuterium pada air panas tersebut sebagai indikasi bahwa mungkin terjadi proses *boiling*

sebelum fluida panas mencapai permukaan dan proses penguapan di permukaan.

### **Kimia Tanah dan Udara Tanah**

Distribusi temperatur, pH tanah, Hg tanah, dan CO<sub>2</sub> udara tanah tidak memperlihatkan adanya daerah anomali yang signifikan, melainkan hanya berupa titik tertentu yang memiliki nilai di atas nilai ambang tanpa ada korelasinya dengan kehadiran manifestasi panas bumi.

### **Geotermometri**

Berdasarkan perhitungan dari berbagai metode geotermometri dan pertimbangan hasil analisis sampel air panas serta kondisi manifestasi panas bumi di lapangan, temperatur reservoir panas bumi Ampallas adalah sebesar 160°C, Karema sebesar 100°C, Tappalang 140 °C, Panasuan sebesar 100 °C, Kona Kaiyangan sebesar 120°C, dan temperatur reservoir panas bumi Doda sebesar 80°C.

### **SISTEM PANAS BUMI**

Sistem panas bumi di daerah Mamuju berasosiasi dengan dengan intrusi batuan beku dalam dan tektonik regional yang bekerja di sekitarnya. Sistem panas bumi di daerah Mamuju Utara diperkirakan merupakan hasil dari sirkulasi dalam air meteorik sepanjang zona sesar atau zona rekahan pada

daerah yang memiliki *heat flow* yang tinggi sistem sirkulasi dalam (*extention-driven*). Pembentukan sistem ini berasosiasi dengan aktivitas sesar pada pola extensional dimana sumber panas diperkirakan berhubungan dengan peningkatan gradien temperatur di kedalaman.

### **Potensi Energi**

Daerah panas bumi Tappalang mempunyai geotermometer sebesar 140 °C yang termasuk dalam entalpi sedang dengan rapat daya sebesar 10 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 3 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Tappalang sebesar 30 MWe. Daerah panas bumi Karema mempunyai geotermometer sebesar 100 °C yang termasuk dalam entalpi rendah dengan rapat daya sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 2 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Karema sebesar 10 MWe. Daerah panas bumi Ampallas mempunyai geotermometer sebesar 160 °C yang termasuk dalam entalpi sedang dengan rapat daya sebesar 10 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 4 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Ampallas sebesar 40 MWe. Daerah panas bumi Panasuan mempunyai geotermometer sebesar 100

°C yang termasuk dalam entalpi rendah dengan rapat daya sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 1 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Panasuan sebesar 5 MWe. Daerah panas bumi Kona Kaiyangan mempunyai geotermometer sebesar 120 °C yang termasuk dalam entalpi rendah dengan rapat daya sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 2 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Kona Kaiyangan sebesar 10 MWe. Daerah panas bumi Doda mempunyai geotermometer sebesar 80 °C yang termasuk dalam entalpi rendah dengan rapat daya sebesar 5 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan luas daerah prospek sebesar 1 km<sup>2</sup>, maka didapatkan nilai potensi pada kelas sumber daya spekulatif daerah Doda sebesar 5 MWe.

## **DISKUSI**

Aktivitas magmatik di daerah Mamuju terjadi pada jaman Tersier yang merupakan aktivitas vulkanik dengan dijumpainya produk vulkanik yang berkomposisi andesitik hingga basaltik berbentuk aliran lava dan batuan piroklastik yang sukar diidentifikasi sumber erupsinya. Produk-produk aktivitas vulkanik Tersier ini sebagian telah mengalami erosi tahapan dewasa serta terkekarkan secara intensif yang memungkinkan batuan ini memiliki

permeabilitas yang cukup baik untuk meloloskan fluida hidrotermal. Proses geologi selanjutnya adalah proses tektonik yang menyebabkan pengangkatan (*uplift*) menjadi daratan, selama proses pengangkatan ini terjadi pengendapan batuan sedimen. Aktivitas tektonik tersebut juga diperkirakan memicu terjadinya aktivitas magmatik berupa intrusi batuan di kedalaman yang tidak tersingkap ke permukaan. Sisa panas dari aktivitas plutonik ini diperkirakan merupakan sumber panas yang membentuk sistem panas bumi di daerah Mamuju. Aktivitas tektonik termuda membentuk sesar-sesar normal yang mengontrol pemunculan manifestasi panas bumi ke permukaan.

Adapun sistem panas bumi di daerah Mamuju Utara diperkirakan merupakan hasil dari sirkulasi dalam air meteorik sepanjang zona sesar atau zona rekahan pada daerah yang memiliki *heat flow* yang tinggi sistem sirkulasi dalam (*extention-driven*). Pembentukan sistem ini berasosiasi dengan aktivitas sesar pada pola extensional dimana sumber panas diperkirakan berhubungan dengan peningkatan gradien temperatur (*thermal gradient*) di kedalaman.

## **KESIMPULAN**

Sistem panas bumi yang terbentuk di daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi dua sistem, yaitu sistem panas bumi yang berasosiasi dengan

dengan intrusi batuan beku dalam dan tektonik regional yang bekerja di sekitarnya (daerah Tappalang, Karema, Ampallas, Panasuan, Kona Kaiyangan), serta sistem panas bumi yang berasosiasi dengan batuan sedimen berupa sistem sirkulasi dalam (daerah Doda).

Dari enam daerah prospek panas bumi yang ditemukan di daerah ini, hanya daerah panas bumi Ampallas yang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi energi listrik, sedangkan daerah yang lain dapat digunakan untuk pemanfaatan langsung (*direct use*) seperti wisata pemandian air panas atau pengeringan hasil pertanian.

Mamuju, Publikasi P3G, Bandung.

**Sukarna, Sukido D. dan K. Sutisna, 1993,** Peta Geologi Regional Lembar Pasangkayu, Sulawesi, Publikasi P3G, Bandung.

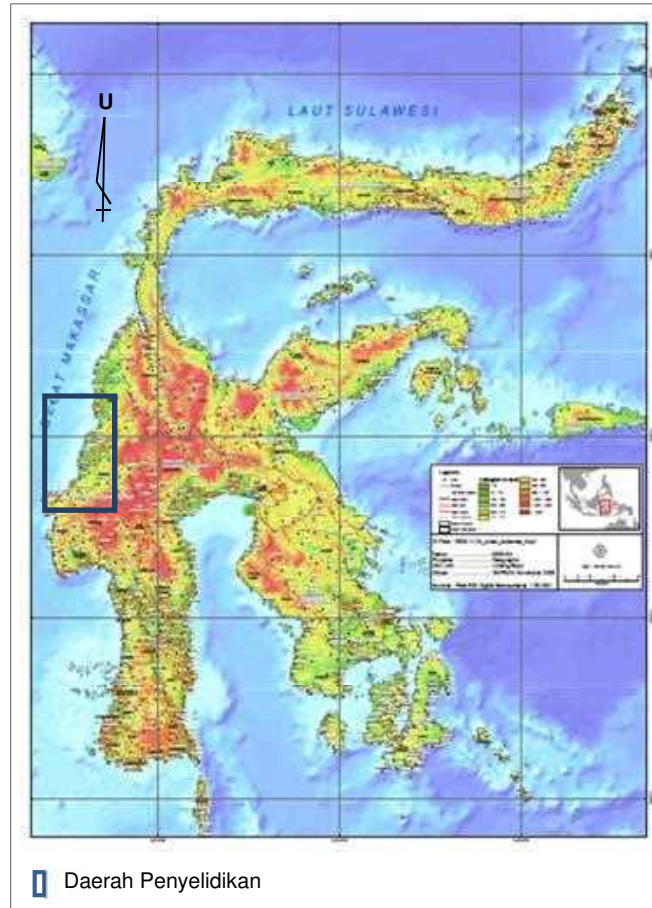
## DAFTAR PUSTAKA

**Hermawan, D., dkk., 2010,** Laporan Hasil Uji Petik Kabupaten Mamuju dan Majene, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.

**Nicholson, Keith, 2003,** *Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Technique*, Springer Verlag, Inc, Berlin.

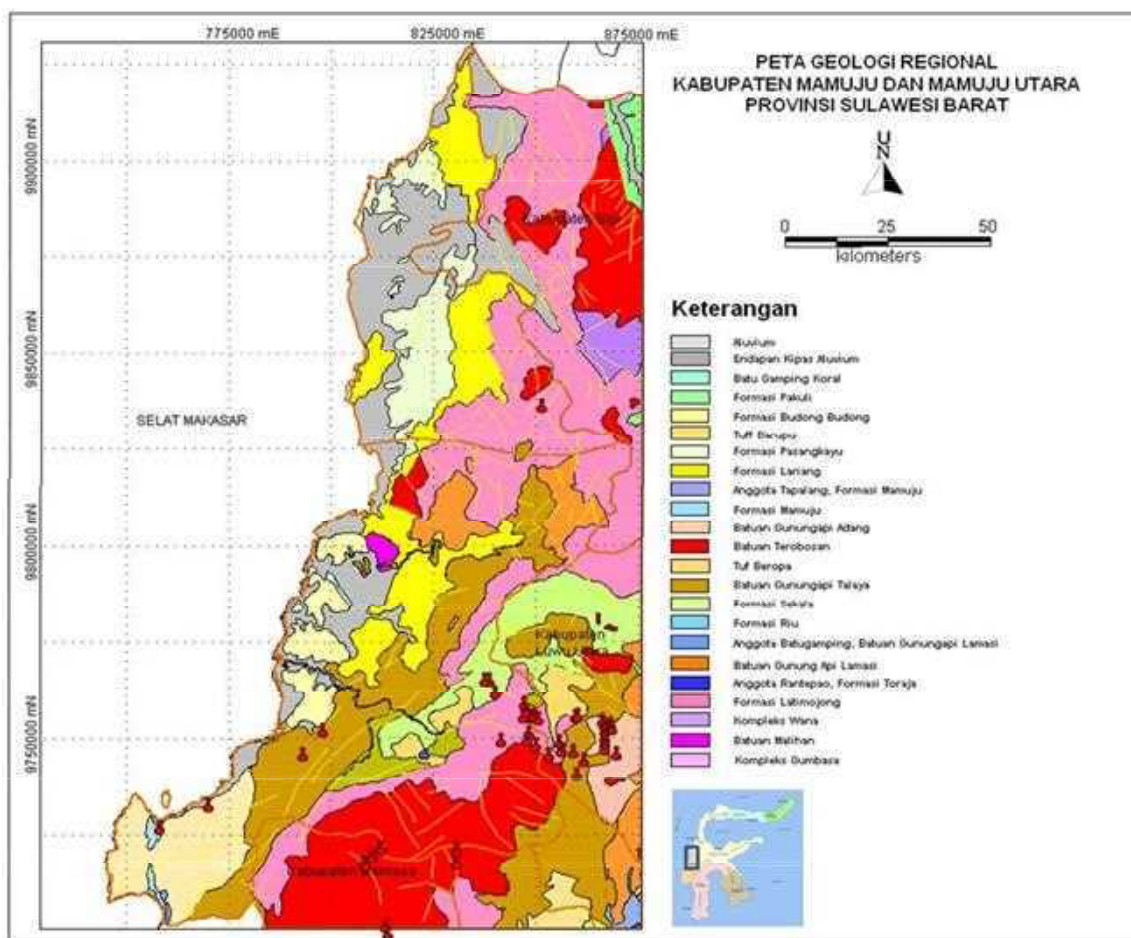
**O'Brien, Jeremi Mark, 2010,** *Hydrogechemical Characteristics of the Magmatic Geothermal Field and Comparison with the Orakei Koraka Thermal Area*, New Zealand, University of Canterbury.

**Ratman, N. dan S. Atmawinata, 1993,** Peta Geologi Regional Lembar

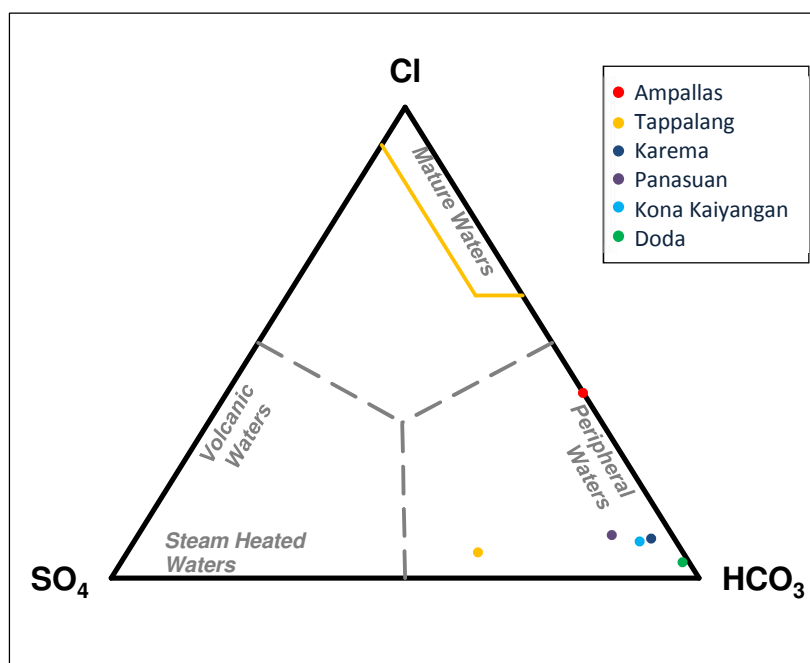


Gambar 1 Peta lokasi daerah penyelidikan

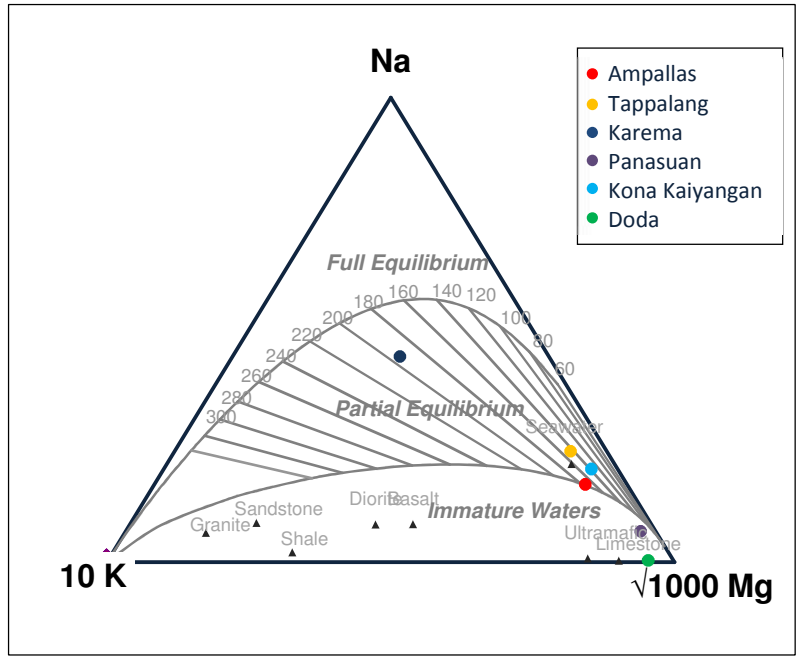




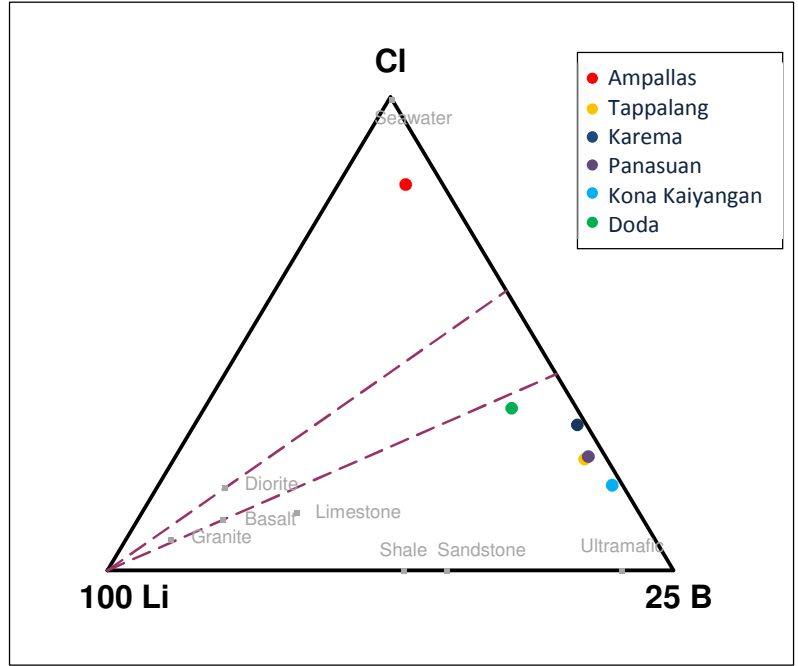
Gambar 2 Peta geologi regional daerah Mamuju dan Mamuju Utara



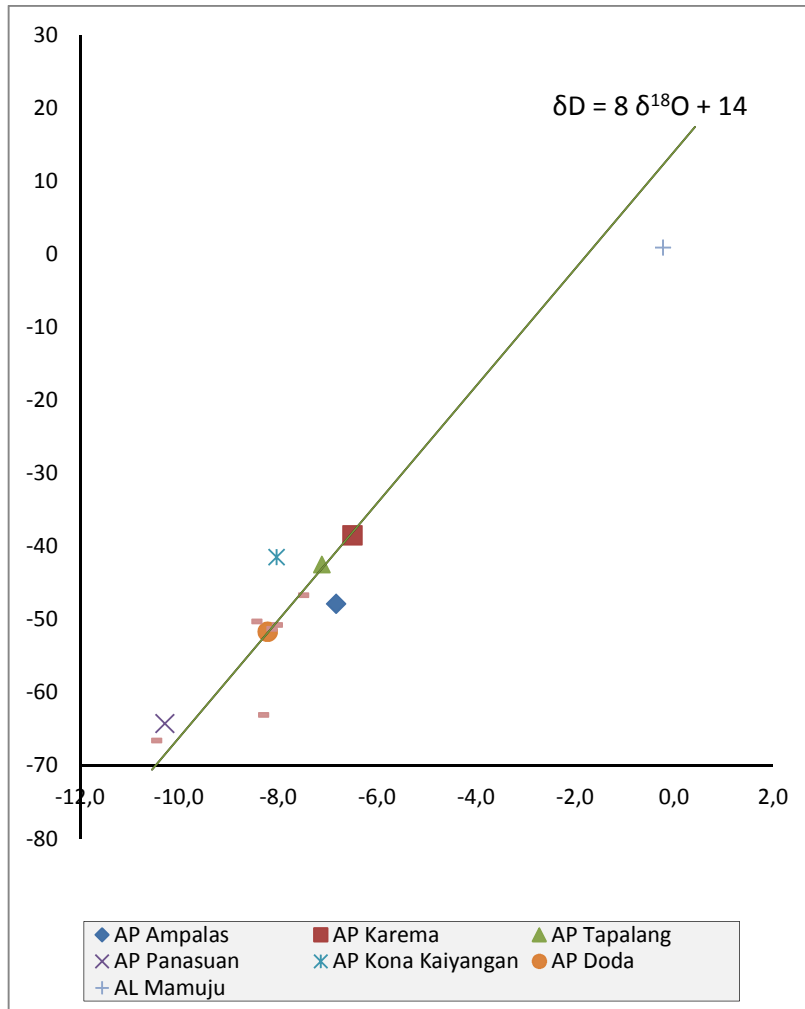
Gambar 3 Diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> air panas Mamuju dan Mamuju Utara



Gambar 4 Diagram segitiga Na-K-Mg air panas Mamuju dan Mamuju Utara



Gambar 5 Diagram segitiga Cl-Li-B air panas Mamuju dan Mamuju Utara



Gambar 6 Diagram isotop air Daerah Mamuju dan Mamuju Utara

**EVALUASI PROSPEK PANAS BUMI  
DAERAH PANAS BUMI WAY UMPU, KABUPATEN WAY KANAN,  
PROVINSI LAMPUNG**

**Dikdik Risdianto, Ari Kristianto, Wiwid Joni**

Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi

**SARI**

Secara administratif daerah penyelidikan berada di Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung atau secara geografis berada antara 4° 42' 15" hingga 4° 57' 54" LS dan 104° 17' 47" hingga 104° 31' 36" BT.

Sistem panas bumi daerah penyelidikan diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas vulkanik berumur Kuarter, yaitu G.Remas, G. Ulujamus dan G. Punggur, dan dikontrol oleh struktur berarah timurlaut-baratdaya yang merupakan struktur sekunder dari sistem Sesar Sumatera. Batuan yang ada di lokasi penyelidikan terdiri dari batuan sedimen berumur Tersier dan batuan vulkanik berumur Kuarter.

Gejala panas bumi daerah penyelidikan terdiri dari mata airpanas, yaitu Mata Air Panas Way Umpu 1 , Way Umpu 2 Way Umpu 3, Way Umpu 4, Way Umpu 5 dan Way Umpu 6, selain itu terdapat juga bualan gas. Temperatur mata air panas berkisar antara 38,4 hingga 78,7°C dengan pH relatif netral.

Air panas Way Umpu secara keseluruhan termasuk dalam tipe klorida, dan berada di dalam daerah partial equilibrium dalam segitiga Na-K-Mg. Dari hasil pendugaan temperatur bawah permukaan dengan metode silika dan Na-K yang dikoreksi Mg diperoleh temperatur 135 – 195°C.

Anomali geolistrik dan gaya berat terkonsentrasi di sekitar lereng utara Gunung Remas. Yaitu di sebelah selatan manifestasi Way Umpu, sedangkan anomali geokimia yaitu sebaran Hg tanah berupa *spot-spot* yang menyebar di sekeliling manifestasi.

Proses pembentukan sistem panas bumi di daerah penyelidikan diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas vulkanik Gunung Remas, yang terjadi kurang lebih sekitar 200.000 tahun yang lalu dan dari hasil kompilasi data geosain menunjukkan bahwa daerah prospek berada di lereng utara Gunung Remas atau di sebelah selatan mata air panas Way Umpu dengan luas kurang lebih 10 km<sup>2</sup> dan masih membuka kearah selatan dengan potensi energi panas bumi adalah sekitar 30 MWe pada kelas sumber daya hipotetik.

## PENDAHULUAN

Secara administratif daerah panas bumi Wai Umpu terletak di Kabupaten Wai Kanan, Provinsi Lampung. secara geografis berada pada koordinat antara antara 4° 42' 15" hingga 4° 57' 54" LS dan 104° 17' 47" hingga 104° 31' 36" BT (Gambar 1).

## HASIL PENYELIDIKAN

### Geologi

Stratigrafi daerah penyelidikan tersusun oleh litologi paling tua berupa batuan sedimen berumur Tersier (Oligosen) berupa perselingan batu pasir dan lempung, aktivitas magmatik diawali pada Kala Pleistosen berupa breksi tuff, jatuhnya pirolklastik, dan terakhir adalah aktivitas Gunung Api yaitu G. Ulujamus, G. Punggur dan G. Remas, yang menghasilkan produk berupa lava dan breksi vulkanik.

Struktur geologi umumnya berpola timurlut-baratdaya berupa sesar normal dan geser yang membentuk pola-pola kelurusan. Sesar-sesar normal dan geser ini diperkirakan sebagai struktur sekunder dari pola Sesar Sumatera (Gambar 2).

Manifestasi panas bumi yang ada di lokasi penyelidikan terdiri atas satu kelompok manifestasi, yaitu : Kelompok Manifestasi Wai Umpu yang terdiri dari enam mata air panas, yaitu :

#### 1). Mata Air Panas Wai Umpu 1

Temperatur mata air panas 78,7°C pada temperatur udara 27,3°C dengan pH 7,23, daya hantar listrik 4510  $\mu$ hos/cm dan debit 1 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, rasa air sedikit payau, dan terdapat gelembung-gelembung gas yang muncul dari dasar kolam.

#### 2). Mata Air Panas Wai Umpu 2

Temperatur mata air panas 47,3°C pada temperatur udara 31,6°C dengan pH 6,82, daya hantar listrik 4780  $\mu$ hos/cm dan debit 0,01 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, dan rasa air sedikit asin.

#### 3). Mata Air Panas Wai Umpu 3

Temperatur mata air panas 36,4°C pada temperatur udara 31,5°C dengan pH 6,95, daya hantar listrik 4330  $\mu$ hos/cm dan debit 0,01 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, dan rasa air asin.

#### 4). Mata Air Panas Wai Umpu 4

Temperatur mata air panas 40,1°C pada temperatur udara 31,5°C dengan pH 6,79, daya hantar listrik 1410  $\mu$ hos/cm dan debit 0,1 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, dan tidak berasa.

#### 5). Mata Air Panas Wai Umpu 5.

Temperatur mata air panas 54,6°C pada temperatur udara 31,5°C dengan pH 7,19, daya hantar listrik

4700  $\mu\text{mhos/cm}$  dan debit 0,05 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, dan tidak berasa.

#### 6). Mata Air Panas Wai Umpu 6

Temperatur mata air panas 38,4°C pada temperatur udara 30,1°C dengan pH 6,45, daya hantar listrik 1380  $\mu\text{mhos/cm}$  dan debit 0,05 liter/detik. Mata air panas berwarna jernih, tidak berbau, dan tidak berasa.

### Geokimia

Hasil plot sampel air panas daerah Wai Umpu pada diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> sebagaimana terlihat pada gambar 3 menunjukkan bahwa semua air panas bertipe klorida.

Plot sampel air panas daerah panas bumi Wai Umpu pada diagram segitiga Na-K-Mg menunjukkan bahwa sampel air panas daerah ini pada umumnya berada pada daerah *partial equilibrium* yang mengindikasikan bahwa air panas kemungkinan sudah mengalami kesetimbangan kesetimbangan dengan batuan di reservoir.

Sedangkan hasil plotting air panas pada diagram segitiga Cl-Li-B menunjukkan bahwa hasil plotting mengumpul di satu garis lurus yang mempunyai perbandingan B/Cl yang relative sama, selain itu posisi mengumpulnya mendekati pojok Cl, hal ini menandakan adanya pengaruh vulkanik dalam sistem ini .

Berdasarkan diagram segi tiga Na-K-Mg, semua mata air panas di daerah penyelidikan terletak di zone *partial equilibrium*, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesetimbangan yang cukup baik, sehingga baik dipakai untuk penentuan temperatur reservoir, dan bila hitung berdasarkan geotermometer silica menghasilkan rentang temperatur 135 hingga 195 °C.

Distribusi tanah dan udara tanah kedalaman 1 meter, memperlihatkan anomali konsentrasi tinggi Hg tanah, lebih dari 300 ppb terletak di sebelah barat dan baratdaya serta selatan manifestasi Wai Umpu (Gambar 4).

### Geofisika

#### Gaya Berat

Anomali Bouguer memperlihatkan kecenderungan pola regional berarah timurlaut-baratdaya dengan nilai gayaberat yang meninggi ke timurlaut. Arah pola ini sesuai dengan arah struktur geologi yang membentang dari berarah timurlaut-baratdaya. Terdapat beberapa kelurusan dengan pola yang kuat dan tegas seperti di bagian barat, tengah, dan timur yang mempertegas keberadaan struktur-struktur berarah baratlaut-tenggara, dan baratdaya-timurlaut. Secara geologi kelurusan tersebut dapat dikenali di permukaan dan merupakan struktur-struktur tua di daerah ini (Gambar 5).

Peta anomali sisa memperlihatkan kelurusan-kelurusan berarah baratdaya-timurlaut, utara-selatan, dan timurlaut-baratdaya yang secara tegas terlihat di bagian barat, tengah, dan timur. Kelurusan ini bertepatan dengan keberadaan struktur-struktur geologi yang dikenali di permukaan dan juga dari kelurusan kontur topografi. Kompleksitas kelurusan di daerah tengah, barat, dan timur tidak dapat dikenali dari geologi permukaan mungkin karena tingkat erosi yang kuat di daerah tersebut. (Gambar 6).

### Geomagnet

Pola kelurusan secara umum berarah hampir baratdaya-timurlaut. Nilai rendah ini terlihat jelas di bagian timur dan kemungkinan masih membuka ke arah timur daerah survei. Di bagian baratdaya, nilai anomali rendah kemungkinan juga masih membuka ke arah baratdaya daerah survei. Nilai anomali rendah di bagian tengah daerah survei hingga ke arah selatan daerah survei yang berupa spot memanjang. Pada bagian utara daerah survei, nilai anomali rendah berupa spot-spot menutup.

Kelompok anomali magnet rendah (-200 s/d -550 nT) penyebarannya hanya menutupi sebagian besar bagian utara, timurlaut, tenggara, barat dan beberapa spot

anomali rendah dibagian tengah daerah survei sekitar 25% dari total daerah penyelidikan. Kelompok anomali magnet rendah umumnya ditempati oleh batuan-batuan yang telah mengalami pelapukan atau ubahan (endapan piroklastik dan andesit terubah).

Kelompok anomali magnet tinggi 100 s/d 400 nT hampir menutupi lebih kurang 30% daerah survei, yakni dibagian barat, baratlaut, utara, selatan dan bagian tengah daerah penyelidikan. Anomali magnet tinggi ini secara umum diperkirakan sebagai batuan andesit tua (Gambar 7).

### Geolistrik

Pada bentangan  $AB/2 = 1050$  m (Gambar 8), anomali tinggi ( $> 175$  Ohm-m) mendominasi bagian tenggara, barat daya dan utara daerah penyelidikan yaitu pada ujung lintasan E sebelah tenggara mulai dari titik E hingga G di lintasan E di titik E-2550, F-2550, dan G-2550. Bagian barat daya, barat laut, dan utara di sekitar titik A-4550 dan B-5550, D-6550, E-6550. Harga anomali sedang (50-175 ohm-m) memotong di semua lintasan, anomali sedang ini memotong titik A di titik A-4050, anomali sedang ini memotong titik B di titik B-5550, di lintasan C, anomali sedang ini memotong titik C di titik C-7050, di lintasan D, anomali sedang ini memotong titik D di titik D-7550 di lintasan E, anomali sedang ini

memotong titik E di titik E-8050, di lintasan F, anomali sedang ini memotong titik F di titik F-5050 dan di titik G memotong titik G-4550. Nilai anomali rendah ( $< 50$  Ohm-m) terdapat di sebagian besar daerah penelitian terutama di tengah dan membuka ke selatan daerah penyelidikan.

## PEMBAHASAN

Sistem panas bumi Wai Umpu diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas vulkanik Kuartar G. Remas. Hal ini didukung oleh anomali gaya berat rendah di sepanjang lereng utara G. Remas. Dari data tahanan jenis hasil survey geolistrik menunjukkan bahwa pada bentangan AB/2 1050 m lapisan konduktif (resistivity kurang dari 10 ohm-m) meliputi daerah lereng utara G. Remas dan masih membuka kearah selatan. Penyebaran nilai ini diperkirakan sebagai lapisan penudung atau *clay cap* pada sistem panas bumi daerah ini, dan diperkirakan berada pada batuan aliran piroklastik yang terubah sangat intensif.

Kedalaman puncak reservoir belum bisa diketahui secara pasti, dari data pengukuran geolistrik pada bentangan AB/2 = 1050 m masih memperlihatkan nilai tahanan jenis yang rendah yang diperkirakan masih lapisan penudung.

Fluida panas bumi Wai Umpu bertipe klorida, diperkirakan berasal dari

reservoir yang sudah mengalami pencampuran sangat intensif. Manifestasi panas bumi Wai Umpu diperkirakan sebagai hasi dari aliran lateral dari sistem yang berada di G. Remas.

Temperatur reservoir diperoleh dari kalkulasi dengan metode perhitungan geotermometer silika dan diperoleh sekitar  $170^{\circ}\text{C}$ , dan termasuk dalam sistem entalpi sedang.

Daerah prospek panas bumi Wai Umpu berdasarkan kompilasi data geologi, geokimia dan geofisika berada di sebelah selatan mata air panas Wai Umpu dengan luas diperkirakan sekitar  $10\text{ km}^2$ .

Potensi energi panas bumi daerah Wai Umpu dihitung berdasarkan asumsi temperatur resevoir  $170^{\circ}\text{C}$ , temperatur *cut off* sebesar  $150^{\circ}\text{C}$ , ketebalan resevoir 1500 meter, dan luas prospek  **$10\text{ km}^2$** , maka potensi panas bumi di daerah Wai Umpu adalah sebesar 30 Mwe pada kelas sumber daya hipotetik (**Gambar 9**).

## KESIMPULAN

Sistem panas bumi Wai Umpu diperkirakan berasosiasi dengan aktivitas makmatik berumur Kuartar yaitu Gunung Remas.

Dari hasil kompilasi data geosain menunjukkan bahwa daerah prospek berada disebelah selatan mata air panas Wai Umpu dengan luas kurang



lebih 10 km<sup>2</sup> dan potensi energi panas bumi daerah Wai Umpu adalah sebesar 30 MWe pada kelas sumber daya hipotetik.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

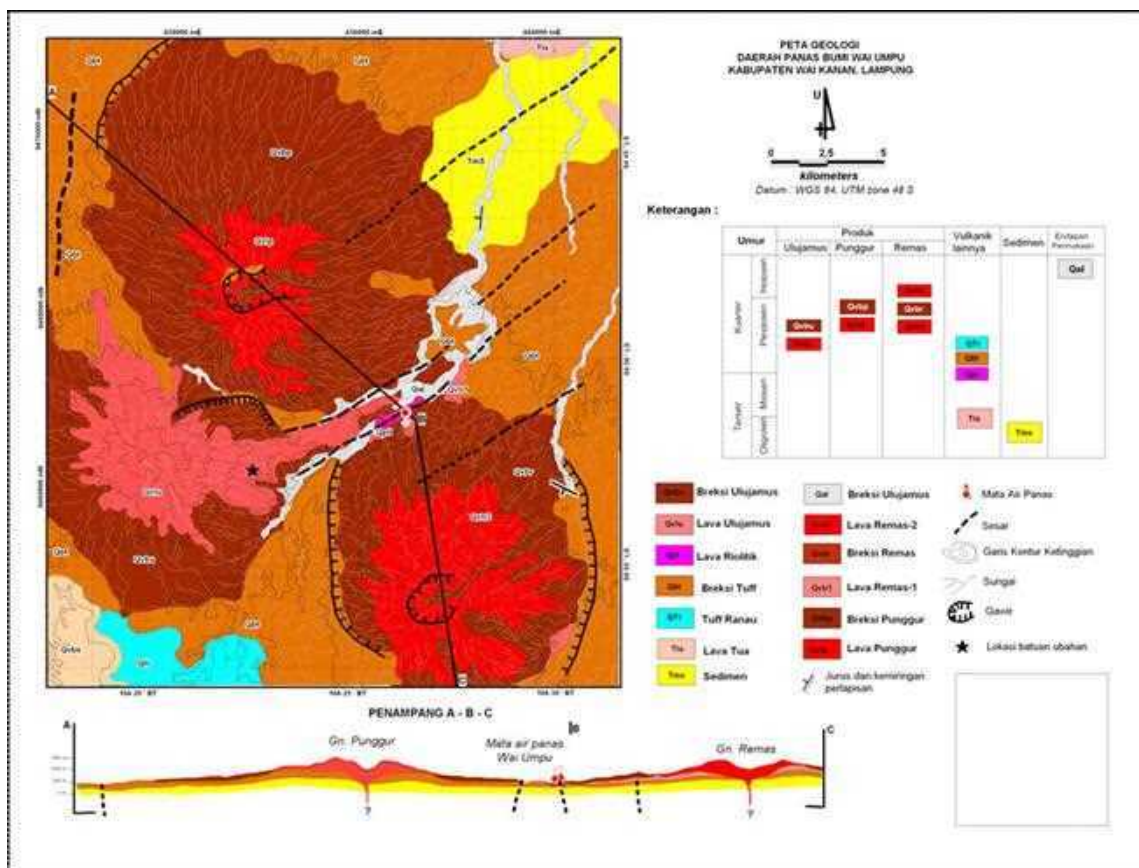
Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada Kelompok Penyelidikan Panas Bumi, Pusat Sumber Daya Geologi, yang telah mengizinkan untuk mengakses data, sebagai bahan penulisan makalah ini, selain itu juga kepada seluruh pihak yang telah mendukung aktivitas penulisan makalah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

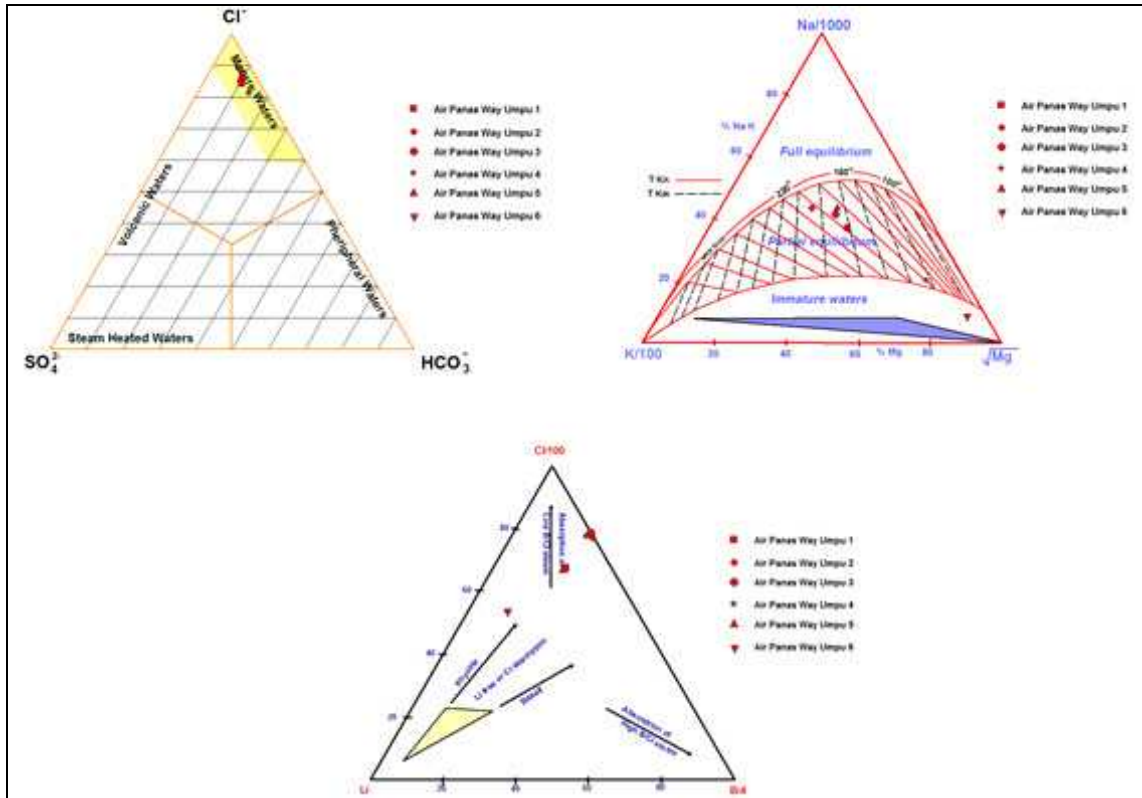
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Way Kanan, 2011.**, Wai Kanan Dalam Angka 2011.
- Badan Standardisasi Nasional, 2000.**, Angka Parameter Dalam Estimasi Potensi Energi Panas Bumi, SNI 13- 6482- 2000.
- Bemmelen, van R.W., 1949**, *The Geology of Indonesia, Vol. I A*, The Hague. Netherlands.
- Fournier, R.O., 1981**, *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering, Geothermal System: Principles and Case Histories*, John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1988**, *Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg – Ca Geo- Indicators*, *Geochemica Acta* 52. pp. 2749 – 2765.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977**, *Chemistry and Geothermal System*, Academic Press Inc. Orlando.
- Sjaiful Bahri., 1972**, Inventarisasi dan Penyelidikan Pendahuluan Terhadap Gejala Panas Bumi di Provinsi Lampung dan Sumatera Selatan, Subdit Inventarisasi Panas Bumi, Direktorat Vulkanologi.
- S. Gafoer, dkk., 1993**, Geologi Lembar Baturaja, Sumatera, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.



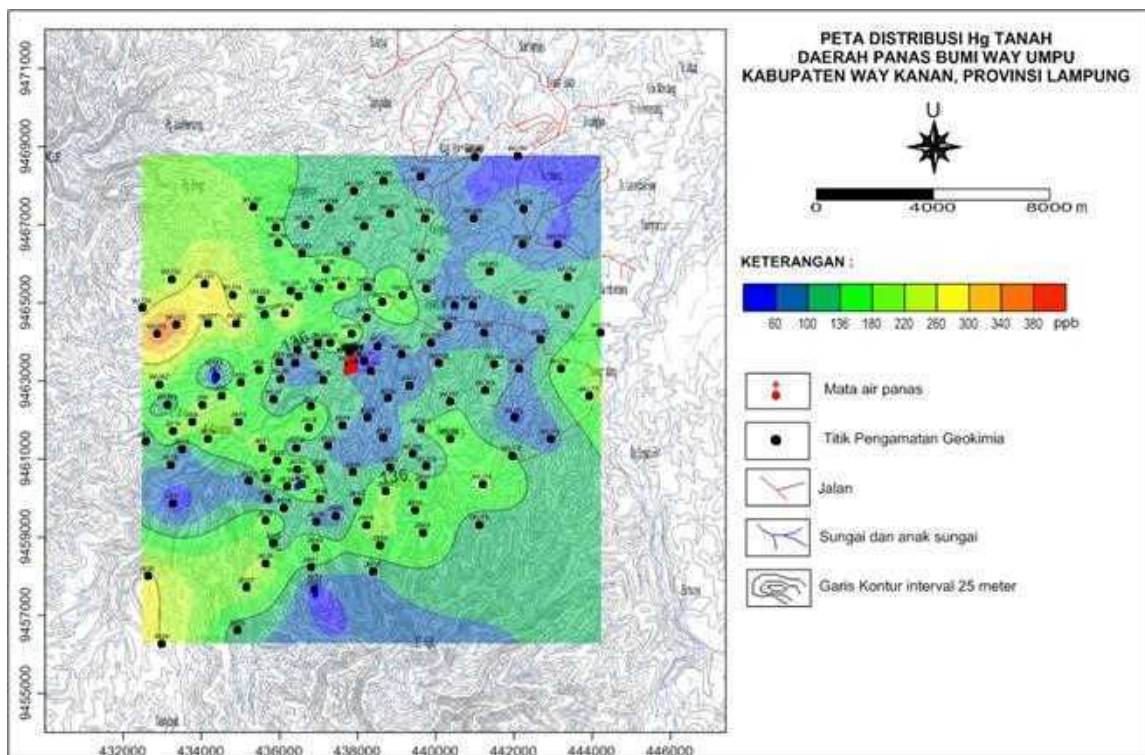
Gambar 1 Peta lokasi penyelidikan Way Umpu, Way Kanan, Lampung.



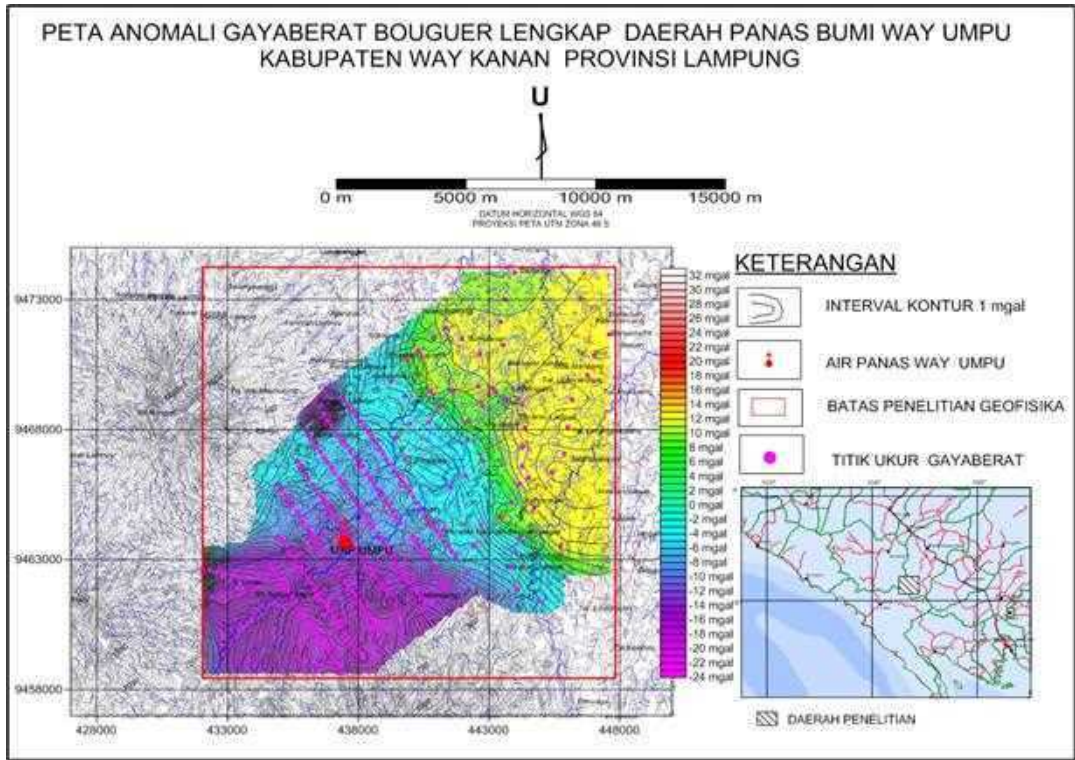
Gambar 2 Peta geologi daerah panas bumi Way Umpu



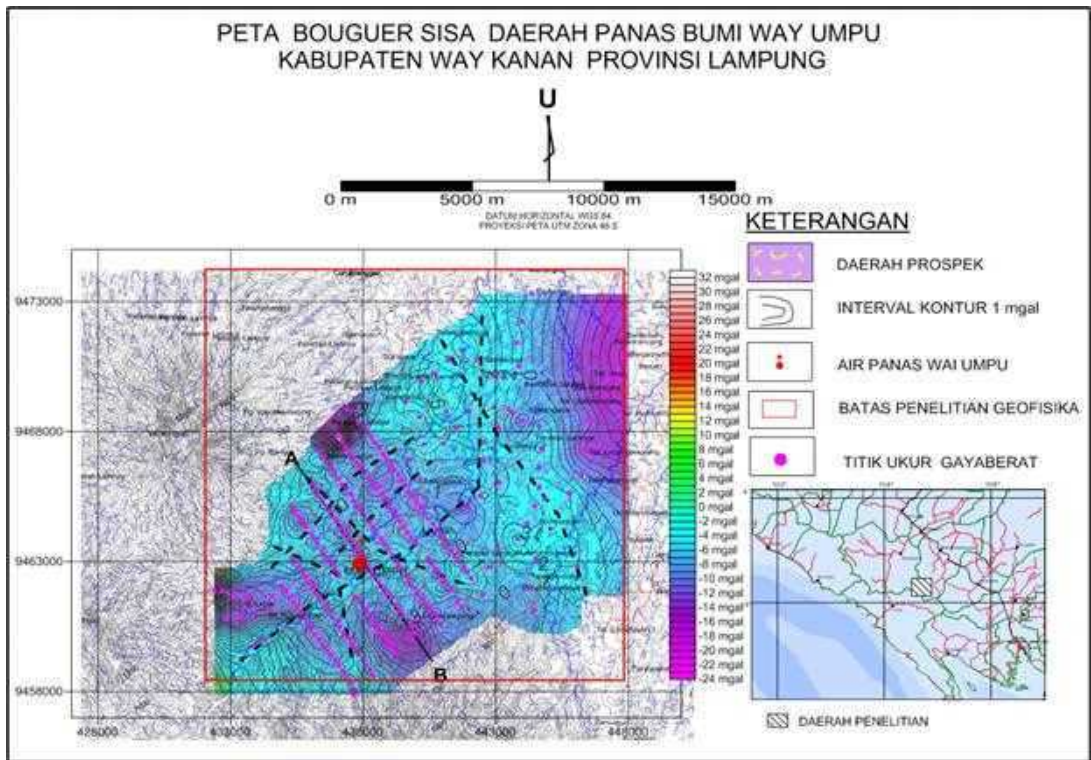
Gambar 3 Diagram segitiga karakteristik air panas



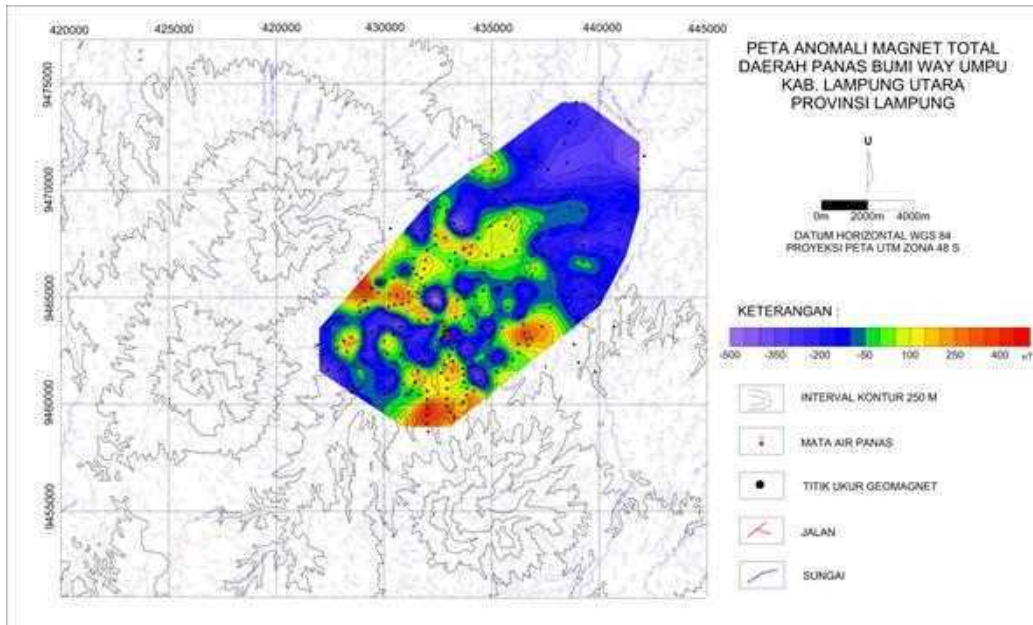
Gambar 4 Peta distribusi konsentrasi Hg dalam tanah



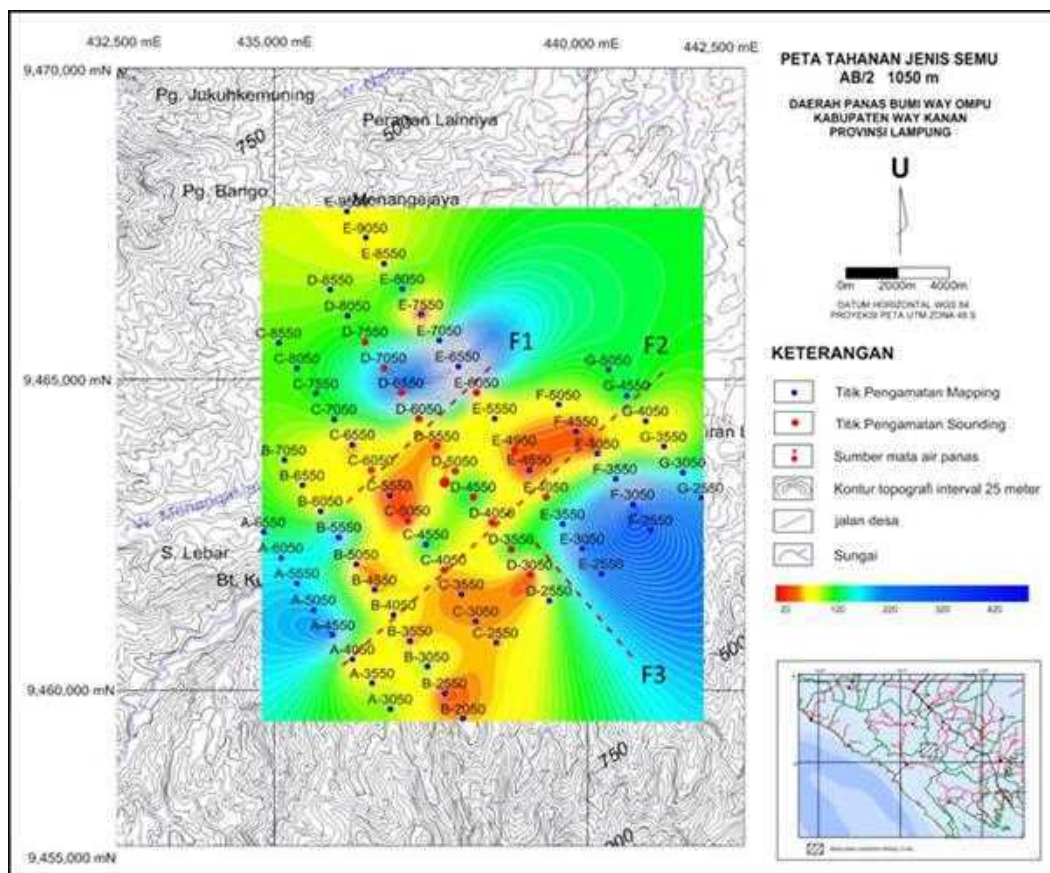
Gambar 5 Peta gaya berat Bouguer



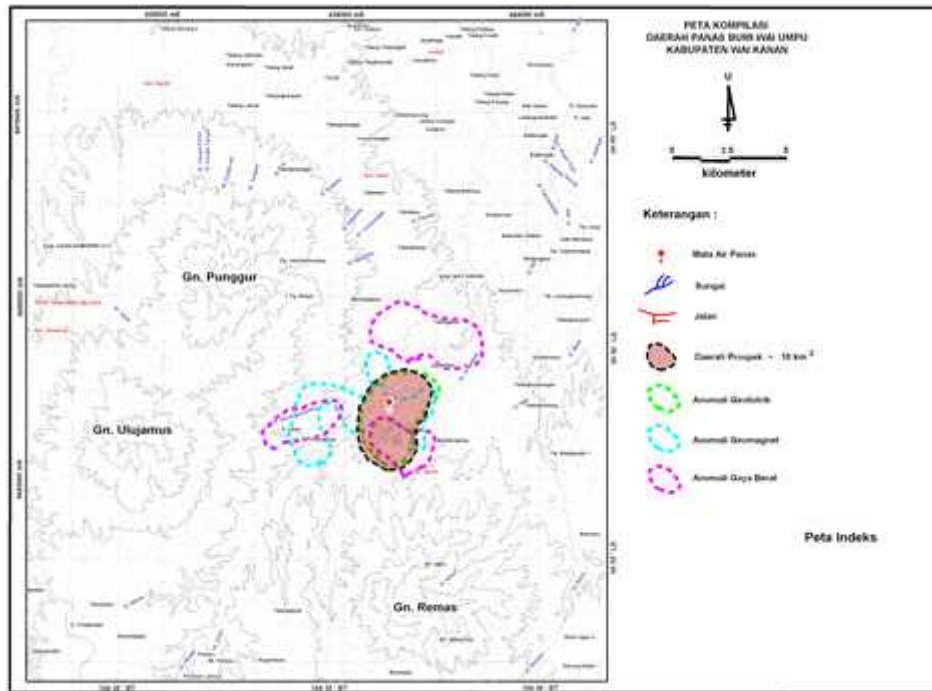
Gambar 6 Peta gaya berat Bouguer sisa



Gambar 7 Peta anomali magnet total



Gambar 8 Peta distribusi tahanan jenis semu bentangan AB/2=1050 m



Gambar 9 Peta kompilasi daerah panas bumi Way Umpu, Lampung

## PENYELIDIKAN BATUBARA DAERAH WAROPKO DAN SEKITARNYA KABUPATEN BOVENDIGOEL, PROVINSI PAPUA

Oleh:

**Robert Lumban Tobing**

KP. Energi Fosil-PSDG

### SARI

Formasi pembawa batubara di daerah Waropko adalah Formasi Awin berumur Plistosen-Holosen. Berdasarkan data lapangan dan analisis laboratorium, batubara di daerah penyelidikan memiliki ketebalan berkisar 0,1-1,5 meter. Lapisan ini diapit oleh batupasir berwarna kuning kecoklatan di bagian atas, dan batulempung berwarna abu-abu gelap di bagian bawah. Kuantitas sumber daya batubara (Seam C) di daerah penyelidikan berdasarkan data pengukuran singkapan batubara kearah kemiringan sampai kedalaman 100 meter diperkirakan sebesar 820.065 ton dengan kategori sumber daya hipotetik.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 18 Tahun 2010, Badan Geologi, dalam hal ini Pusat Sumber Daya Geologi memiliki tugas dan fungsi menyelenggarakan penelitian, penyelidikan dan pelayanan di bidang sumber daya geologi. Sebagai penjabaran dari tugas dan fungsi tersebut, pada Tahun Anggaran 2011 dilakukan kegiatan *Penyelidikan Batubara di Daerah Waropko, Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua*.

#### Maksud dan Tujuan

Maksud penyelidikan ini adalah untuk memperoleh informasi awal mengenai keadaan endapan batubara yang meliputi lokasi, jurus dan kemiringan, ketebalan, penyebaran serta kuantitas dan kualitas batubara di daerah Waropko, dengan tujuan untuk mengetahui potensi endapan batubara di daerah tersebut sebagai upaya konservasi energi yang diperlukan untuk menjaga dan memelihara pasokan energi di masa mendatang serta diharapkan akan memperbaharui data pada Bank Data Sumber Daya Mineral, Pusat Sumber Daya Geologi,

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

### Lokasi Kegiatan

Daerah penyelidikan terletak di daerah Waropko, Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua, dengan ibu kota kabupaten adalah Tanah Merah. Koordinat yang menjadi target daerah penyelidikan terletak antara 05<sup>0</sup>45' - 06<sup>0</sup>00' LS dan 140<sup>0</sup>45' - 141<sup>0</sup>00' BT, akan tetapi, di lokasi tersebut tidak ditemukan singkapan endapan batubara, maka koordinat daerah penyelidikan diperluas ke arah utara, sehingga berada pada 05<sup>0</sup>30' - 05<sup>0</sup>45' LS dan 140<sup>0</sup>45' - 141<sup>0</sup>00' BT.

### Keadaan Lingkungan

Daerah penyelidikan termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Bovendigoel yang memiliki luas wilayah ± 27.837 km<sup>2</sup>, terdiri dari 20 distrik dan 112 kampung. Daerah penyelidikan terletak di Distrik Waropko, merupakan salah satu distrik di Kabupaten Bovendigoel yang memiliki luas daerah sebesar 1.290 km<sup>2</sup>. Distrik ini terdiri dari 9 (sembilan) kampung, yaitu Waropko, Upkim, Ikcan, Winiktit, Kanggewot, Upyetetko, Inggembit, Wombon dan Wametkapa (BAPPEDA dan Badan Pusat Statistik, Kabupaten Bovendigoel, 2010).

Penduduk yang mendiami Distrik Waropko umumnya adalah penduduk asli setempat yaitu suku Muyu, sedangkan penduduk pendatang dari daerah lain adalah suku Jawa, Bugis, dan lain-lain. Jumlah penduduk di distrik ini sebesar 2.303 orang atau dengan jumlah kepadatan penduduk sebesar 1,79 orang/km<sup>2</sup>. Mata pencaharian penduduk adalah berkebun, beternak, berburu, pegawai negeri dan lain-lain.

Sarana dan prasarana yang tersedia antara lain sekolah dasar dan sekolah menengah pertama, puskesmas, serta rumah ibadah. Untuk penerangan penduduk hanya menggunakan mesin diesel dan solar sel, sedangkan rumah sakit, sekolah menengah umum/atas, jaringan telepon, kantor pos, bank, dan lain-lain hanya tersedia di Tanah Merah.

Lahan di daerah Waropko sebagian merupakan hutan primer disamping lahan pemukiman dan perkebunan milik penduduk. Satwa yang hidup di daerah ini antara lain rusa, babi hutan, kanguru, berbagai jenis unggas, ikan air tawar dan lain-lain.

Suhu udara di daerah penyelidikan berkisar 26-31<sup>o</sup>C, curah hujan berkisar 47,3-476,3 mm per tahun dan tingkat kelembaban udara cukup tinggi berkisar 84,5-92,0% (BAPPEDA dan Badan Pusat



Statistik, Kabupaten Bovendigoel, 2010).

### **Penyelidik Terdahulu**

Berdasarkan hasil penyelidikan terdahulu, diketahui bahwa Formasi Awin merupakan formasi pembawa batubara di daerah penyelidikan. Formasi ini ditafsirkan berumur Plistosen Akhir, terdiri dari batupasir, konglomerat, batulanau, batulumpur, sedikit lapisan tipis lignit, kebanyakan endapan fluviatil (Sutrisno dan Amiruddin, 1995).

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Dengan selesainya penyelidikan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini, sejak dari perencanaan kegiatan, pelaksanaan dilapangan sampai pada saat penyelesaian laporan akhir. Ucapan terima kasih kami sampaikan khususnya kepada :

1. Kepala Badan Geologi beserta staf
2. Kepala Pusat Sumber Daya Geologi
3. Pejabat Pembuat Komitmen, Pusat Sumber Daya Geologi

4. Koordinator Tim Kelompok Penyelidikan Energi Fosil
5. Kepala dan seluruh staf Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua.
6. Camat Distrik Waropko dan Kepala Dusun Upkim beserta masyarakat Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua.
7. Rekan-rekan dari Kelompok Penyelidikan Energi Fosil, Pusat Sumber Daya Geologi, dan Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Merauke.

### **GEOLOGI UMUM**

Informasi mengenai geologi regional daerah penyelidikan diperoleh dari publikasi Peta Geologi Lembar Oksibil, Irian Jaya dengan skala 1 : 250.000 terbitan Puslitbang Geologi Bandung ( Sutrisno dan Amiruddin, 1995). Peta geologi ini menjelaskan geologi di bagian timur dari Provinsi Papua dengan batas koordinat antara 139° 30' - 141° 30' BT dan 05°00' - 06° 00' LS. Menurut Dow dr, 1989 (dalam Soetrisno dan Amiruddin, 1995), Lembar Oksibil terletak pada tepi Lempeng Benua Australia sebelah utara dan sebagian

kecil berada pada Lajur Anjak Pegunungan Tengah.

### Stratigrafi

Menurut Soetrisno dan Amiruddin (1995), urutan batuan di lokasi penyelidikan dari tua ke muda (Gambar 1), terdiri dari:

- **Kelompok Kembelangan** (Tidak Terpisahkan) (JKk), merupakan batuan dasar yang terdiri dari Formasi Kopai, Batupasir Woniwogi, Batulumpur Piniya, Batupasir Ekmai yang tidak terpisahkan. Menurut Sutrisno dan Amiruddin (1995) formasi ini berumur Jura-Kapur. Batuannya berupa batulanau, batupasir kuarsa glokonitan dan batulumpur, konglomerat, kalkarenit, kalsilutit dan batunapal. Kelompok ini mengandung fosil amonit, belemnit dan pelesipoda (Tobing dkk., 1990: dalam Harahap dkk, 2003).
- **Kelompok Batugamping Nugini**, diendapkan secara tidak selaras di bagian atas Kelompok Kembelangan. Kelompok ini terdiri dari Batugamping Tawee (Teny), tersusun dari kalkarenit, biokalkarenit, mikrit, biomikrit,

kalsirudit, kalkarenit oolitan dan pasiran, berlapis baik mengandung foraminifera, brioza dan ganggang. Satuan ini merupakan endapan paparan berumur Eosen-Miosen. Secara selaras di atas Batugamping Tawee terendapkan Batugamping Oksibil (Tmol) berumur Miosen Tengah. Di atas kelompok ini terendapkan secara selaras Formasi Buru (Tmpb) berumur Miosen Tengah-Pliosen, tersusun dari perselingan batupasir, batulumpur karbonan dan batugamping lempungan. Menurut Pigram dan Panggabean, (1989; dalam Harahap dkk., 2003) Formasi Buru mengandung foraminifera plangton dan bentos, terendapkan di laut dangkal, paralik dan limpah banjir.

- **Kipas Aluvium Tua (Qpf)**, diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Buru, berumur Plio-Plistosen, terdiri dari konglomerat, batupasir, batulanau dan batulumpur, berlapis.
- **Formasi Awin (QPa)**, terdiri dari batupasir, konglomerat, batulanau, batulumpur, sedikit

lapisan tipis lignit, kebanyakan endapan fluvial. Formasi ini terendapkan secara selaras di atas Kipas Aluvium Tua, berumur Plistosen-Holosen.

- **Endapan Rawa Tua (Qs2)**, berumur Holosen, litologinya berupa pasir dan lempung, karbonan, bertekstur kasar, pola aliran meranting dan menyiku (Soetrisno dan Amiruddin, 1995).

### Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang disekitar daerah penyelidikan diperkirakan terjadi akibat aktifitas tumbukan miring (oblique collision) antara Kerak Benua Australia bagian utara dengan Kerak Samudera Pasifik (Abers dan McCaffrey, 1988; dalam Hobson et.al., 1997). Menurut Soetrisno dan Amiruddin (1995), struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan berupa perlipatan, sesar dan kelurusan. Struktur perlipatan berarah baratlaut-tenggara, dan melibatkan formasi berumur Tersier dan Mesozoikum. Sesar umumnya berarah baratlaut-tenggara dan berkemiringan terjal. Diduga bongkahan sesar sebelah utara nisbi naik terhadap bongkah sesar di

bagian selatan. Arah sesar tersebut sesuai dengan arah kelurusan berarah baratlaut-tenggara dan timur-barat. Kemiringan lapisan formasi berumur Kuartar berkisar  $12^\circ$  masih banyak dipengaruhi oleh kemiringan awal. Kegiatan deformasi masih terus berlangsung sampai Kuartar dengan dijumpainya kelurusan pada endapan Kuartar.

### Indikasi Endapan Batubara

Berdasarkan informasi dari publikasi Peta Geologi Lembar Oksibil (Soetrisno dan Amiruddin, 1995), Formasi Awin di Lembar Oksibil mengandung endapan batubara dari jenis lignit tetapi tidak dijelaskan lebih lanjut mengenai lokasi singkapan, jurus dan kemiringan lapisan, ketebalan maupun kualitas dari batubaranya. Informasi geologi lain khususnya dari Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Bovendigoel yang menginformasikan secara lisan tentang keterdapatannya endapan batubara di daerah Waropko, akan tetapi, instansi ini belum melakukan penyelidikan endapan batubara di daerah tersebut karena tidak ada/sangat minimnya tenaga ahli geologi di kabupaten tersebut.

Informasi ini dapat menjadi salah satu masukan yang cukup berharga sebagai dasar untuk melakukan penyelidikan endapan batubara di Kabupaten Bovendigoel.

## **KEGIATAN PENYELIDIKAN**

### **Penyelidikan Lapangan**

Penyelidikan ini merupakan tahap penyelidikan pendahuluan pada endapan batubara di daerah Waropko, Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua. Potensi sumber daya batubara yang diperoleh akan diklasifikasikan sebagai sumber daya hipotetik. Kegiatan penyelidikan lapangan yang dilakukan adalah pemetaan geologi endapan batubara. Penyelidikan lapangan ini difokuskan pada wilayah penyebaran formasi pembawa endapan batubara.

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder meliputi data teknis dan non teknis. Data teknis, yaitu data geologi dan data endapan batubara, sedangkan data non teknis, terdiri dari demografi, infrastruktur, lingkungan, iklim dan lain-lain.

Data sekunder endapan batubara daerah penyelidikan diperoleh dari Peta Geologi Lembar

Oksibil, Papua (Soetrisno dan Amiruddin, 1995) yang dipublikasikan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. Dari data regional tersebut diinterpretasikan bahwa di daerah Waropko dan sekitarnya terdapat formasi pembawa batubara yaitu Formasi Awin, sedangkan data potensi batubara di daerah tersebut belum ada. Data non teknis mengenai demografi, infrastruktur, lingkungan, iklim dan lain-lain diperoleh dari instansi pemerintah daerah setempat.

### **Pengumpulan Data Primer**

Kegiatan pengumpulan data primer di lapangan adalah pemetaan geologi endapan batubara, meliputi beberapa kegiatan, yaitu mencari dan mendata singkapan batubara, mengamati aspek geologi baik stratigrafi maupun struktur, membuat korelasi antar singkapan dan menafsirkan penyebaran, bentuk, dimensi dan distribusi dari lapisan batubara. Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada beberapa lintasan seperti sungai-sungai, tebing, bukaan jalan, galian atau tempat yang memungkinkan tersingkapnya

endapan batubara. Dari singkapan batubara yang ditemukan, dilakukan pengukuran dan pencatatan beberapa parameter, yaitu arah jurus, kemiringan, tebal, deskripsi singkapan batubara dan batuan pengapitnya, serta koordinat lokasi pengamatan diukur dengan menggunakan GPS (*global positioning system*).

Selain beberapa parameter di atas, juga dilakukan pengambilan conto batubara untuk keperluan analisis laboratorium. Pengambilan conto batubara dilakukan dengan metoda *grab sampling* yang dianggap dapat mewakili lapisan batuan yang akan dianalisis. Conto batubara yang diambil diusahakan dari bagian yang masih segar dan terbebas dari pengotor yang diakibatkan oleh pelapukan batuan, akar pepohonan dan humus. Conto yang diperoleh kemudian dibersihkan dan dikemas dalam kantong plastik.

Metode penyelidikan lapangan yang dilakukan secara garis besar dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan geologi di permukaan dengan fokus mencari dan mendata lokasi singkapan batuan.

2. Mengukur koordinat lokasi singkapan batuan dengan alat GPS.
3. Mengukur kedudukan dan tebal lapisan batubara.
4. Mengamati batuan samping dan hubungannya dengan batubara serta mengamati aspek-aspek geologi lainnya yang dapat menunjang penafsiran bentuk geometris endapan batubara.
5. Mengambil conto batubara untuk keperluan analisis di laboratorium.

### **Analisis Laboratorium**

Kegiatan analisis laboratorium terhadap conto batubara terdiri atas analisis proksimat dan ultimat, serta petrografi organik batubara. Analisis proksimat dan ultimat bertujuan untuk mengetahui kualitas dari batubara. Analisis ini terdiri dari kandungan moisture (*Moisture Content*), kandungan zat terbang (*Volatile Matter*), kandungan abu (*Ash Content*), karbon tertambat (*Fixed Carbon*), kadar sulfur total (ST), nilai kalori (*Calorific Value*), berat jenis (*Specific Gravity*), indeks kekerasan (*Hardgroove Grindability Index*), kandungan unsur-unsur (C, H, N, S, O). Sedangkan analisis petrografi organik bertujuan untuk mengetahui

komposisi maseral (material organik), nilai reflektansi vitrinit (derajat kematangan), serta kandungan mineral di dalam conto batubara, seperti lempung, oksida besi, pirit.

### **Pengolahan Data**

Data penyelidikan terdiri dari data lapangan dan data kantor. Data lapangan adalah data hasil pemetaan geologi yang akan digunakan dalam menggambarkan pola sebaran, dimensi dan distribusi lapisan batubara, sedangkan data kantor adalah hasil analisis conto batubara di laboratorium yang akan digunakan sebagai data pendukung dalam penafsiran data lapangan, serta memberikan informasi tambahan mengenai kualitas, material organik penyusun batuan, dan kondisi lingkungan pengendapan.

Data pemetaan lapangan, analisis laboratorium, dan data literatur akan dipakai untuk menghasilkan suatu informasi mengenai potensi endapan batubara di daerah penyelidikan. Informasi tersebut terdiri dari sumber daya, kualitas dan prospek pemanfaatan batubara di daerah penyelidikan.

### **HASIL PENYELIDIKAN**

Daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen berumur Miosen Akhir- Pleistosen. Batuan sedimen tersebut ditutupi oleh Endapan Rawa Tua berumur Holosen yang tersingkap di daerah bagian selatan. Endapan sedimen di daerah penyelidikan terdiri dari Formasi Buru, Formasi Awini, dan Endapan Rawa Tua. Pola penyebaran dari formasi-formasi tersebut umumnya membentuk perlipatan homoklin berarah relatif utara – selatan.

Daerah penyelidikan secara umum dicirikan oleh satuan morfologi perbukitan terjal, landai, dan pedataran. Morfologi perbukitan terjal menempati bagian utara-timur laut daerah penyelidikan dengan ketinggian 150-350 meter dari permukaan laut (m dpl). Sungai yang mengalir di daerah ini mempunyai pola aliran sub-paralel dengan erosi vertikal.

Perbukitan bergelombang landai, menempati bagian barat-baratdaya dengan ketinggian berkisar antara 100-150 meter di atas permukaan laut.

Daerah pedataran menempati bagian selatan-tenggara dengan

ketinggian <100 meter dari permukaan laut (m pal). Pola aliran sungai di lokasi ini memiliki pola aliran meandering dengan erosi lateral.

Stratigrafi di daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen berumur mulai Miosen Akhir–Holosen. Urutan formasi dari yang tua ke muda adalah Formasi Buru, Formasi Awin dan Endapan Rawa Tua (Gambar 2).

- **Formasi Buru (Tmpb)**, berumur Miosen Tengah–Pliosen, tersusun dari perselingan batupasir, batulumpur karbonan dan batugamping lempungan. Menurut Pigram dan Panggabean, (1989) Formasi ini mengandung foraminifera plangton dan bentos, terendapkan di laut dangkal, paralik dan limpah banjir.
- **Formasi Awin (QPa)**, terdiri dari batupasir berwarna abu-abu kekuningan hingga kecoklatan, batulanau, batulempung, karbonan, lapisan batubara berwarna hitam kusam dan masih memperlihatkan struktur kayu. Formasi ini berumur Plistosen–Holosen, yang terendapkan secara selaras di atas Formasi Buru.

- **Endapan Rawa Tua (Qs2)**, berumur Holosen, merupakan endapan klastik halus, terdiri dari pasir halus dan lempung, karbonan.

Struktur geologi yang berkembang di daerah Waropko berdasarkan data hasil pengamatan dan pengukuran perlapisan batuan adalah lipatan homoklin berarah utara-selatan dengan kemiringan <20°. Sedangkan sesar normal diinterpretasikan dari kenampakan pola kelurusan pada peta geologi daerah penyelidikan di bagian utara. Bukti di lapangan yang mengindikasikan adanya sesar normal di daerah penyelidikan adalah terdapatnya beberapa air terjun di sekitar Sungai Komen.

## POTENSI ENDAPAN BATUBARA

### Data Lapangan dan Interpretasi

Dari hasil pemetaan geologi di permukaan telah ditemukan 5 (lima) lokasi singkapan batubara dan 17 lokasi singkapan batuan lain. Singkapan batubara di daerah Waropko terdapat pada Formasi Awin. Data lapisan batubara di permukaan memiliki ketebalan bervariasi berkisar 0,10–1,5 meter.

Batubara lapisan pertama (Seam A) dengan notasi WR-06, ketebalan 0,10 meter, terletak di jalan setapak menuju Kampung Upkim.

Secara megaskopis, lapisan batubara di lokasi tersebut berwarna hitam kusam-kecoklatan, rapuh, getas, mengandung hancuran sisa-sisa kayu yang belum terlitifikasi dengan baik, maka diperkirakan lapisan batubara ini relatif muda dan per lapisannya tidak menerus, serta merupakan lapisan batubara paling atas di daerah penyelidikan.

Batubara lapisan kedua (Seam B) dengan notasi WR-07, memiliki ketebalan 0,15 meter, terletak di dinding sungai kecil (Sungai Lokmon) yang bermuara ke Sungai Nyoh. Lapisan batubara ini diapit oleh batulempung berwarna abu-abu gelap di bagian bawah dan batupasir halus-sedang, berwarna abu-abu kekuningan di bagian atas. Secara megaskopis batubara ini berwarna hitam kusam-kecoklatan, rapuh, getas, dan mengandung hancuran sisa-sisa kayu yang belum terlitifikasi dengan baik.

Sebaliknya, batubara lapisan ketiga (Seam C) merupakan lapisan batubara yang memiliki ketebalan relatif lebih tebal bila dibandingkan

dengan batubara lapisan pertama dan kedua (seam A dan B). Batubara lapisan ini diberi notasi WR-08A, WR-08B, dengan ketebalan lapisan > 1,0 meter dan WR-09 dengan ketebalan lapisan berkisar 1,5 meter. Secara megaskopis batubara lapisan ketiga ini berwarna hitam kusam-agak mengkilap, di beberapa tempat masih terlihat serat-serat kayu, kompak dan keras. Lapisan batubara dengan notasi WR-08A (bagian selatan Sungai Nyoh) dan WR-08B (bagian utara Sungai Nyoh) terdapat sebagai bagian dari alas Sungai Nyoh, sedangkan lapisan batubara dengan notasi WR-09 terdapat pada sungai kecil di perkebunan penduduk yang bermuara ke Sungai Nyoh. Dari kenampakan pada singkapan, lapisan batubara ini memiliki penyebaran yang cukup luas. Secara umum, lapisan batubara di daerah penyelidikan memiliki jurus (*strike*) berarah timurlaut-baratdaya dan kemiringan (*dip*) berarah tenggara.

### **Kualitas Batubara**

Hasil analisis *proximate* dan *ultimate* dari 5 (lima) conto batubara daerah Waropko, yang dilakukan di Laboratorium Pusat Sumber Daya Geologi, diperlihatkan pada Tabel 1.



Dari 5 (lima) conto batubara yang dianalisis, terdapat 2 (dua) conto batubara yang memiliki nilai kalori yang sangat rendah dan berat jenis yang tinggi, yaitu kode conto WR-06 dan WR-07 (Seam A dan B). Tingginya kandungan abu pada kedua conto batubara tersebut merupakan penyebab berkurangnya nilai kalori dan meningkatkan nilai berat jenis batubara. Diperkirakan kandungan abu yang tinggi tersebut disebabkan oleh lapisan pengotor yang terdapat di dalam conto batubara lebih mendominasi. Berdasarkan data hasil analisis petrografi batubara (Tabel 4), material organik (maseral) yang terkandung di dalam conto WR-06 dan WR-07 terdiri dari maseral vitrinit (10,2% dan 51,9%), inertinit (0,2% dan 0,3%), dan liptinit (0,1% dan 0,2%), dengan mineral-mineral pengotor terdiri dari mineral lempung (88,6% dan 46,3%), oksida besi (0,7% dan 0,4%), serta mineral pirit (0,2% dan 0,9%). Data-data hasil analisis di atas mengindikasikan bahwa conto WR-06 merupakan serpih batubaraan (*coaly shale*) dan conto WR-07 merupakan batubara lempungan (*shaly coal*). Pada batubara lapisan ketiga (Seam C)

dengan notasi conto batubara yaitu WR-08A, WR-08B, dan WR-09, memiliki kandungan air total (total moisture) yang cukup tinggi, yaitu berkisar 37,46-38,72%. Tingginya kandungan air total pada conto batubara tersebut disebabkan oleh peringkat/rank batubara yang masih relatif rendah/muda, serta kedalaman dan tingkat pembebanan lapisan penutup relatif kecil.

Berdasarkan data hasil analisis *proximate* dan *ultimate*, jumlah kandungan karbon pada lapisan ketiga (Seam C) berkisar 71,21-71,69%, nilai kalori berkisar 5210-5384 cal/gr, kandungan gas terbang (*volatile matter*) berkisar 43,92-43,95%, serta berdasarkan analisis petrografi organik, nilai Rvmax berkisar 0,31-0,34%, mengindikasikan bahwa batubara lapisan ketiga (Seam C) dikategorikan batubara dengan peringkat rendah (peralihan dari peringkat *lignite-subbituminous C*) (Taylor dkk., 1998).

Secara petrografi organik, material organik/maseral conto batubara di dominasi oleh kelimpahan maceral vitrinit, yaitu berkisar 94,2-95%, inertinit berkisar 1,4-1,5%, dan liptinit 0,7-1,0%.

Menurut Waples (1985), meseral vitrinit merupakan material organik/maseral yang berasal dari material tumbuhan tinggi (kayu, selulosa).

Kenampakan serat-serat kayu, kelimpahan maseral vitrinit, dan rendahnya kandungan sulfur (komponen mineral) pada conto batubara, maka diinterpretasikan bahwa tipe pengendapan batubara di daerah penyelidikan adalah tipe *autochthonous* (berkembang dari tumbuhan yang pernah hidup tanpa adanya proses transportasi yang berarti).

### Sumber Daya Batubara

Penghitungan sumberdaya batubara (Tabel 3) diperoleh dari data lapangan dan data laboratorium. Data lapangan yang diperlukan untuk mengetahui jumlah sumber daya adalah tebal, kemiringan dan panjang sebaran lapisan batubara, sedangkan data laboratorium yang diperlukan adalah berat jenis batubara (SG). Berdasarkan Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara Standar Nasional Indonesia (SNI) amandemen 1-SNI 13-5014-1998 dari Badan Standarisasi Nasional, sumberdaya batubara di daerah

Waropko dapat dikelompokkan kedalam sumberdaya hipotetik (*hypothetical coal resource*) dengan kriteria perhitungan sebagai berikut :

- Tebal minimal lapisan batubara yang dihitung adalah 1 meter
- Panjang sebaran kearah jurus dibatasi sejauh 1000 meter dari singkapan paling akhir.
- Lebar yang dihitung kearah kemiringan dibatasi sampai kedalaman 100 m dengan besar sudut kemiringan yang dihitung adalah sudut kemiringan rata-rata.
- Berat jenis (SG) yang dihitung adalah berat jenis rata-rata dari hasil analisis tiap lapisan.
- Sumber daya batubara di daerah penyelidikan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Sumber Daya} = \{[\text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)}] \times \text{Berat Jenis (ton/m}^3\text{)}\}$$

Dari hasil penghitungan sumber daya batubara (Seam C) di daerah Waropko dengan menggunakan persamaan di atas, maka dapat diketahui banyaknya sumber daya batubara di daerah penyelidikan adalah sebesar 820.065 ton dan dikategorikan sebagai sumber daya hipotetik.

## Prospek Pemanfaatan dan Pengembangan Batubara

Ditinjau dari segi kualitas berdasarkan analisis laboratorium, batubara lapisan ketiga (Seam C) daerah Waropko memiliki kualitas rendah dengan nilai kalori sebesar 5210-5384 cal/gr, sedangkan dari segi kuantitas, penghitungan sumber daya batubara di daerah penyelidikan (berdasarkan data singkapan batubara yang dapat diukur di permukaan) sangat sedikit/kecil, yaitu sebesar 820.065 ton (hipotetik). Jumlah sumber daya tersebut hanya dapat dimanfaatkan untuk penambangan skala kecil (kebutuhan lokal) saja. Akan tetapi, apabila dilakukan penyelidikan lebih rinci serta dilakukan pemboran pada singkapan batubara, maka sumber daya tersebut diduga akan lebih besar dari yang telah diperhitungkan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari uraian di atas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- Daerah penyelidikan secara geologi termasuk kedalam Lajur Anjak Pegunungan Tengah.
- Formasi pembawa batubara di daerah penyelidikan adalah Formasi Awin berumur Plistosen-Holosen.
- Pada Formasi Awin, berdasarkan data lapangan dan analisis laboratorium, batubara lapisan pertama dan kedua (Seam A dan B) dengan notasi conto WR-06 dan WR-07 yang memiliki ketebalan 0,10 dan 0,15 meter dikategorikan sebagai serpih batubaraan (*coaly shale*) dan batubara lempungan (*shaly coal*), sedangkan lapisan ketiga (Seam C) diberi notasi conto WR-08A, WR-08B, dan WR-09, memiliki ketebalan >1,0 hingga 1,5 meter merupakan lapisan batubara. Lapisan ini diapit oleh batupasir berwarna kuning kecoklatan di bagian atas, dan batulempung berwarna abu-abu gelap di bagian bawah.
- Kuantitas sumber daya batubara lapisan ketiga (Seam C) di daerah penyelidikan berdasarkan data pengukuran singkapan batubara kearah kemiringan sampai kedalaman 100 meter diperkirakan sebesar 820.065 ton dengan kategori sumber daya hipotetik.

## Saran

Apabila akan dilakukan penyelidikan lanjut atau akan diusahakan secara ekonomis, maka perlu dipertimbangkan keterbatasan sarana dan prasarana yang tersedia, seperti mahalnya biaya transportasi untuk mencapai lokasi sehingga berimplikasi terhadap tingginya biaya operasional.

## DAFTAR PUSTAKA

**Hobson, D.M., Adnan, A., Samuel, L., 1997;** The Relationship Between Late Tertiary Basins, Thrust Belt And Major Transcurrent Faults in Irian Jaya: Implications For Petroleum Systems Throughout New Guinea, Proceedings of an international Conference on Petroleum System of SE Asia and Australia, AAPG, 261-284. In: Indonesian Petroleum Association Publications, 2006.

**Soetrisno dan Amiruddin, 1995;** Peta Geologi Lembar Oksibil-Irian Jaya, Puslitbang Geologi Bandung.

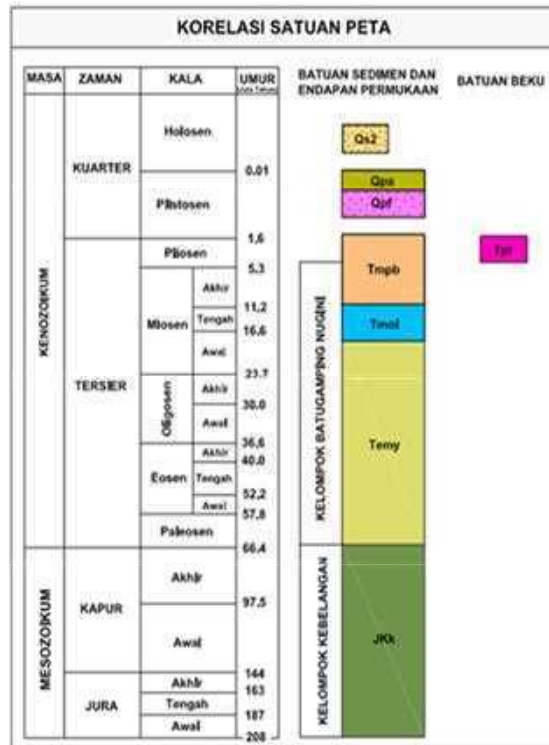
**Taylor, G.H., Teichmuller, M., Davis, A., Diessel, C.F.K., Littke, R., Robert, P., 1998;** Organic petrology: A new

handbook incorporating some revised parts of Stach's textbook of coal petrology, Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.

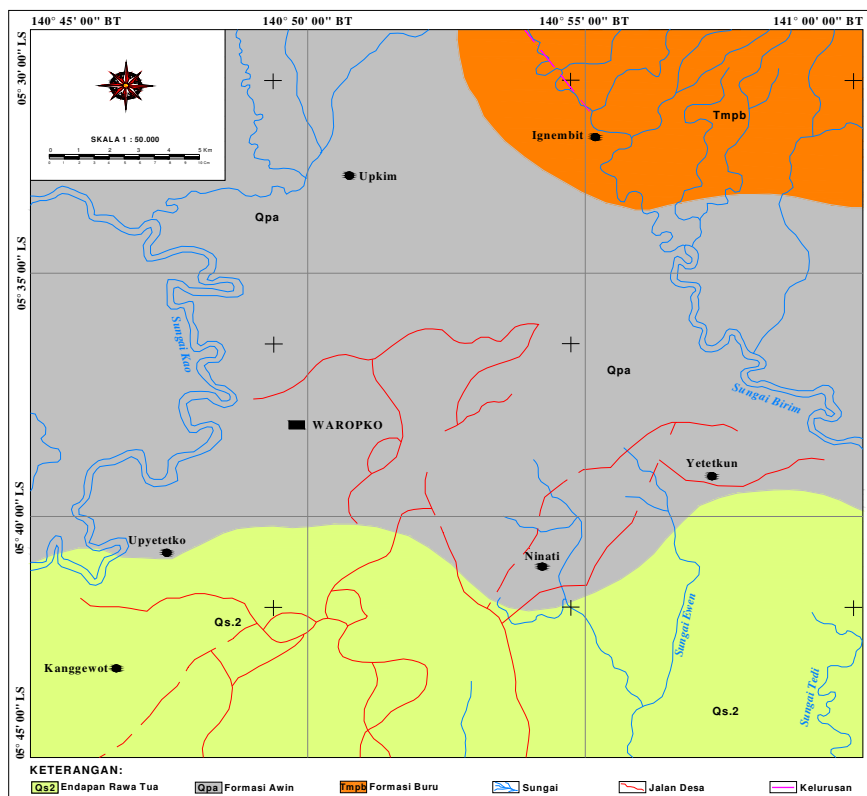
**Tobing, S. L., Robinson, G.P., Pygram, R.J., 1990;** Geological Map of Kaimana Sheet, Irian Jaya, 1:250.000, In: Harahap Bhakti H., Syaiful B., Baharuddin, Su-warna N., Panggabean H., Simanjuntak T.O.(2003), Stratigraphic Lexicon of Indonesia, (Special Publication No. 29), Geological Research and Development Centre, Bandung.

**Waples, D.W., 1985;** Geochemistry in petroleum exploration, International Human Resources Development Corporation, Boston.

....., **2010;** Bovendigoel Dalam Angka, BAPPEDA dan BP. STATISTIK Kabupaten Bovendigoel, Provinsi Papua.



Gambar 1. Stratigrafi regional daerah penyelidikan (Soetrisno dan Amiruddin, 1995).



Gambar 2. Peta geologi daerah Waropko (Soetrisno dan Amiruddin, 1995).

Tabel 1. Hasil analisis kimia (*proximate dan ultimate*) conto batubara di daerah Waropko.

Formasi	Analisis	Unit	Basis	Kode Conto				
				WR-06	WR-07	WR-08A	WR-08B	WR-09
A W I K	Free Moisture	%	ar	38,87	28,04	30,67	29,95	30,10
	Total Moisture	%	ar	44,44	33,80	38,72	37,80	37,40
	Proximate							
	Moisture	%	adb	9,11	6,61	11,59	11,21	10,53
	Volatile Matter	%	adb	22,87	27,42	43,22	43,92	43,95
	Fixed Carbon	%	adb	14,19	13,45	34,45	36,62	34,63
	Ash	%	adb	53,83	52,52	10,04	6,25	10,89
	Total Sulfur	%	adb	0,29	1,14	1,08	0,89	0,54
	SG		adb	1,95	2,03	1,51	1,49	1,52
	HGI		adb	82	57	40	59	47
	Calorific Value	Cal/gr	adb	1941	2381	5244	5384	5910
	Ultimate							
	Carbon	%	daf	83,05	86,52	71,21	71,69	71,39
	Hydrogen	%	daf	4,86	5,81	4,02	4,01	4,70
	Nitrogen	%	daf	1,24	1,33	1,11	1,03	1,04
	Sulfur	%	daf	1,05	3,52	1,38	1,11	0,69
Oxygen	%	daf	29,81	33,33	22,28	22,17	23,79	

Tabel 2. Data hasil analisis petrografi batubara daerah Waropko.

No.	Kode	Rvmax	Komp. Maseral (%)			Komp. Mineral (%)		
	Conto	(%)	V	I	L	Lempung	Oksida Besi	Pirit
1	WR-06	0,29	10,2	0,2	0,1	88,6	0,7	0,2
2	WR-07	0,35	51,9	0,3	0,2	46,3	0,4	0,9
3	WR-08A	0,34	95	1,4	0,7	2,5	0,3	0,1
4	WR-09	0,31	94,2	1,5	1	2,9	0,2	0,2

Keterangan  
V = vitrinit      I = inertinit      L = liptinit

Tabel 3. Penghitungan sumber daya hipotetik daerah Waropko.

Formasi	Kode Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	SG (ton/m <sup>3</sup> )	Sumber daya (ton)
Awin	Seam A	-	-	0,10	1,95	-
	Seam B	-	-	0,15	2,03	-
	Seam C	2488,896	186,5	1,17	1,51	820.065

## PENYELIDIKAN BITUMEN PADAT DI DAERAH NANGA SERAWAI DAN SEKITARNYA, KABUPATEN SINTANG, PROVINSI KALIMANTAN BARAT

**Robert Lumban Tubing**

Kelompok Program Penelitian Energi Fosil, PSDG

### SARI

Bitumen padat merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi konvensional. Bitumen padat di dalam Formasi Serpih Silat berumur Eosen Akhir. Berdasarkan hasil analisis TOC, kekayaan/kelimpahan material organik di dalam 9 (sembilan) conto batuan bitumen padat berkisar 0,43-1,22%, sedang dari hasil analisis *retorting* menunjukkan bahwa kandungan minyak hanya dihasilkan dari 2 (dua) conto batuan, yaitu kode conto SK-06 dan SK-07 berkisar 0,5-1,0 liter/ton batuan. Kedua analisis tersebut di atas mengindikasikan bahwa material organik di dalam conto batuan memiliki kecenderungan menghasilkan gas bukan minyak bumi. Material organik yang memiliki kecenderungan menghasilkan gas diinterpretasikan merupakan kerogen tipe III atau tipe II/III.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Ketergantungan pada minyak dan gas bumi konvensional sebagai sumber energi utama, diiringi dengan kenaikan dan tingginya harga minyak dan menurunnya cadangan minyak dalam negeri, menyebabkan perlunya menemukan sumber energi baru sebagai energi pengganti. Bitumen padat merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi konvensional.

Maksud dari penyelidikan ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai endapan bitumen padat di daerah Nanga Serawai dan sekitarnya

yang meliputi penyebaran, dimensi ke arah lateral dan vertikal, serta kuantitas dan kualitasnya dengan tujuan untuk mengetahui sumber daya bitumen padat dan potensinya dalam menghasilkan minyak bumi.

Daerah penyelidikan terletak di daerah Nanga Serawai dan sekitarnya, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat (Gambar 1). Secara geografis, koordinat daerah penyelidikan terletak pada 112° 35' - 112° 50' BT dan 00° 00' - 00° 15' LS.

Daerah Sintang memiliki jumlah curah hujan berkisar 82-90 hari hujan per tahun atau berkisar 20-447 mililiter/tahun dengan puncak jumlah

curah hujan maximum terjadi pada bulan November – Januari (BAPPEDA-BP. Statistik Kalimantan Barat, 2005).

## **GEOLOGI UMUM**

Informasi mengenai geologi umum di daerah Nanga Serawai dan sekitarnya, mengacu pada Peta Geologi Tumbanghiram, Kalimantan (Margono dkk., 1995) (Gambar 2). Daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Melawi (Williams dan Heryanto, 1986; dalam Harahap dkk., 2003).

## **Stratigrafi**

Stratigrafi regional daerah penyelidikan berdasarkan Peta Geologi Lembar Tumbanghiram, Kalimantan, terdiri atas batuan-batuan berumur Kapur hingga Kuartar. (Gambar 3). Urutan formasi batuan dari yang tua-muda adalah Formasi Selangkai (Kse) berumur Kapur Bawah-Atas, Formasi Sepauk (Kls) berumur Kapur Bawah Akhir, Batupasir Haloq (Teh) berumur Eosen Bawah, Batupasir Dangan (Ted) yang selaras di bawah Serpih Silat, dan secara lateral setara dengan Formasi Mentemoi. Penentuan umur hanya berdasarkan hubungan stratigrafi dengan Formasi Payak yang lebih muda dan dengan Batupasir Haloq yang lebih tua. Serpih Silat (Tesi) berumur Eosen Akhir, atas dasar kedudukannya tak selaras di bawah Formasi Tebidah, Formasi Mentemoi (Teme), berumur Eosen-

Oligosen, Formasi Payak (Teop) berumur Eosen Akhir-Oligosen, Formasi Tebidah (Tot), Batuan Gunungapi Malasan (Tomv) berumur Miosen Awal, Terobosan Sintang (Toms) berumur Miosen Awal, Aluvium (Qa), berumur Holosen.

## **Struktur Geologi**

Struktur geologi yang berkembang di sekitar daerah penyelidikan adalah struktur lipatan, sesar naik, dan kelurusan. Struktur lipatan berupa struktur sinklin dan antiklin dengan sumbu lipatan berarah baratdaya-timurlaut. Sesar naik memiliki kecenderungan berarah baratdaya-timurlaut, sedangkan kelurusan berarah utara-selatan, dan barat-timur.

## **Indikasi Endapan Bitumen Padat**

Bitumen padat (serpih minyak) adalah batuan sedimen berbutir halus yang mengandung material organik yang akan menghasilkan minyak ketika dilakukan *retorting* pada temperatur 550°C (Yen dan Chilingarian, 1976; Hutton, 1987; Dyni, 2006; Lee et al., 2007).

Secara geologi, formasi batuan yang mengandung endapan bitumen padat pada umumnya terendapkan dalam suatu lingkungan yang tenang (Yen dan Chilingarian, 1976), baik lingkungan air asin dan air tawar, seperti cekungan laut yang terisolasi, danau,



delta dan rawa-rawa. Kandungan material organik bitumen padat umumnya berasal dari alga, tetapi dapat juga berasal dari sisa-sisa tetumbuhan (Yen dan Chilingarian, 1976; Hutton, 2006).

Berdasarkan data kolom stratigrafi dari Peta Geologi Lembar Tumbanghram, Kalimantan, Serpih Silat (Tesi) di daerah Nanga Serawai dan sekitarnya diperkirakan memiliki potensi mengandung endapan bitumen padat. Litologi batuan pada formasi tersebut adalah serpih karbonan hitam dan sisipan batupasir halus. Atas dasar interpretasi tersebut, maka Formasi Serpih Silat tersebut menjadi target utama dalam penyelidikan endapan bitumen padat di lapangan.

## **KEGIATAN PENYELIDIKAN**

### **Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder meliputi data teknis dan non teknis. Data teknis, yaitu data geologi dan data endapan endapan bitumen padat yang diperoleh dari Peta Geologi Lembar Tumbanghram, sedangkan data non teknis, terdiri dari demografi, infrastruktur, lingkungan, iklim dan lain-lain, diperoleh dari instansi pemerintah daerah setempat.

### **Pengumpulan Data Primer**

Kegiatan pengumpulan data primer di lapangan dilaksanakan dengan

melakukan pemetaan geologi endapan bitumen padat, meliputi, mencari dan mendata singkapan bitumen padat, mengamati aspek geologi baik stratigrafi maupun struktur, membuat korelasi antar singkapan, serta menafsirkan penyebaran, bentuk dimensi dan distribusi dari lapisan bitumen padat tersebut. Kegiatan ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan pada beberapa lintasan seperti sungai, tebing, bukaan jalan, galian atau tempat yang memungkinkan tersingkapnya endapan bitumen padat. Dari singkapan batuan yang ditemukan, dilakukan pengukuran dan pencatatan beberapa parameter, yaitu arah jurus dan kemiringan, ketebalan, deskripsi singkapan batuan, serta pengambilan koordinat lokasi singkapan menggunakan GPS (*global positioning system*).

Selain beberapa parameter di atas, juga dilakukan pengambilan conto bitumen padat untuk keperluan analisis laboratorium. Pengambilan conto dilakukan dengan metoda *grab sampling* yang dianggap dapat mewakili lapisan batuan yang akan dianalisis. Conto yang diambil diusahakan dari bagian yang masih segar dan terbebas dari pengotor yang diakibatkan oleh pelapukan batuan, akar pepohonan dan humus. Conto yang diperoleh kemudian dibersihkan dan dikemas dalam kantong plastik.

Metode penyelidikan lapangan yang dilakukan secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut :

6. Melakukan pengamatan geologi di permukaan dengan fokus mencari dan mendata lokasi singkapan bitumen padat.
7. Mengukur koordinat lokasi singkapan dengan alat GPS.
8. Mengukur kedudukan dan ketebalan lapisan bitumen padat.
9. Mengamati aspek-aspek geologi yang dapat menunjang penafsiran bentuk geometris endapan bitumen padat.
10. Mengambil conto bitumen padat untuk keperluan analisis di laboratorium.

#### **Analisis Laboratorium**

Kegiatan analisis laboratorium terhadap conto batuan terdiri atas analisis TOC (*total organic carbon*) dan *retorting*. Analisis TOC dilakukan dengan tujuan mengetahui kekayaan/kelimpahan material organik yang terkandung di dalam conto batuan.

Analisis *retorting* merupakan suatu metode estimasi kandungan minyak yang dapat dihasilkan dari suatu conto batuan melalui proses pemanasan hingga mencapai temperatur 550°C.

#### **Pengolahan Data**

Data penyelidikan terdiri dari data lapangan dan data kantor. Data lapangan adalah data hasil pemetaan

geologi yang akan digunakan dalam menggambarkan pola sebaran, dimensi dan distribusi lapisan bitumen padat, sedangkan data kantor adalah data hasil analisis conto batuan di laboratorium yang akan digunakan sebagai data pendukung dalam penafsiran data lapangan.

Data pemetaan lapangan, analisis laboratorium dan data literatur akan dipakai untuk menghasilkan suatu informasi mengenai potensi dan prospek pemanfaatan endapan bitumen padat di daerah penyelidikan.

### **HASIL PENYELIDIKAN**

#### **Geologi Daerah Penyelidikan**

Daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen berumur Eosen Akhir- Miosen. Batuan sedimen tersebut ditutupi oleh endapan Aluvium berumur Holosen. Endapan sedimen di daerah penyelidikan terdiri dari Serpih Silat, Formasi Payak, Formasi Tebidah dan Aluvium.

#### **Morfologi**

Daerah penyelidikan secara umum dicirikan oleh satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang, landai, dan pedataran. Morfologi perbukitan bergelombang sedang

menempati bagian barat hingga bagian tengah daerah penyelidikan dengan ketinggian 400-650 meter dari permukaan laut (m dpl) (Gambar 4). Sungai yang mengalir di daerah ini mempunyai pola aliran sub-paralel dengan erosi vertikal.

Perbukitan bergelombang landai menempati bagian timur-tenggara dengan ketinggian berkisar 150-400 meter dari permukaan laut (Gambar 5).

Daerah pedataran menempati bagian selatan dan utara daerah penyelidikan dengan ketinggian <150 meter dari permukaan laut (Gambar 6). Pola aliran sungai di lokasi ini memiliki pola aliran *meandering* dengan erosi lateral.

### Stratigrafi

Stratigrafi di daerah penyelidikan tersusun oleh batuan sedimen berumur Eosen Akhir–Holosen. Urutan formasi dari yang tua ke muda adalah Serpih Silat, Formasi Payak, Formasi Tebidah, Terobosan Sintang, dan Aluvium (Gambar 7).

- **Serpih Silat (Tesi)**, berumur Eosen Akhir, terdiri dari serpih kelabu kehitaman-kecoklatan, batulempung, dan batupasir halus, setempat hancur, tergerus dan bersisik.
- **Formasi Payak (Teop)**, terdiri dari batupasir tufaan berlapis tebal-pejal, berselingan dengan batulempung, berwarna kelabu. Batupasir arkose

berbutir halus-sedang dengan fragmen batuan gunung api, juga terdapat lapisan tipis batubara, berstruktur sedimen silang siur dan gelembur gelombang. Formasi ini berumur Eosen Akhir-Oligosen.

- **Formasi Tebidah (Tot)**, bagian bawah terutama terdiri dari batupasir arkose berwarna kelabu, butir halus-sedang, berselingan dengan serpih, setempat terdapat serpih gampingan, batulempung, bitumen padat dan urat kalsit. Bagian atas terutama disusun oleh serpih berwarna merah, setempat bersisipan batupasir arkose berwarna coklat kemerahan dan batulempung.
- **Terobosan Sintang (Toms)**, terobosan ini berupa korok dan retas andesit dan basal dengan penyebaran beberapa ratus meter-beberapa kilometer. Andesit umumnya berstruktur profiritik, padat, coklat kehijauan, disusun oleh plagioklas dan ortoklas yang terubah menjadi serisit, hornblende, piroksen, klorit, kalsit dan mineral bijih. Basal umumnya berstruktur afanitik disusun oleh plagioklas, piroksen, gelas, mineral bijih dan klorit. Formasi ini di duga berumur Miosen Awal.
- **Aluvium (Qa)**, berumur Holosen, terdiri dari kerikil, pasir, lanau, lempung dan bahan-bahan organik

yang terdapat sebagai endapan sungai.

### Struktur geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penyelidikan berdasarkan data hasil pengamatan dan pengukuran perlapisan batuan adalah lipatan sinklin dan antiklin dengan sumbu lipatan berarah baratdaya-timurlaut, serta sesar geser mengangan (*dextra*) berarah barat daya-timur laut dan utara-selatan.

### Potensi Endapan Bitumen Padat

Penyelidikan lapangan yang dilakukan terutama difokuskan pada Formasi Serpih Silat, meskipun demikian, tidak mengabaikan penyelidikan terhadap formasi atau satuan batuan lainnya yang berpotensi mengandung bitumen padat. Untuk memperoleh data lapangan di daerah penyelidikan, dilakukan beberapa tahapan pekerjaan, yaitu pengamatan, pengukuran, pengambilan conto batuan dan *plotting* data singkapan, baik data ketebalan, stratigrafi, struktur sedimen serta penyebaran batuan ke arah lateral.

Dari hasil pemetaan geologi di lapangan, ditemukan 25 lokasi singkapan bitumen padat maupun batuan lainnya. Singkapan umumnya ditemukan pada tebing-tebing jalan yang telah terkupas dan pada dinding-dinding sungai. Endapan bitumen padat yang

diperkirakan berpotensi hanya di temukan pada Formasi Serpih Silat. Data-data singkapan batuan dicantumkan pada Tabel 1.

Dari hasil pengamatan dilapangan, secara megaskopis, lapisan bitumen padat di daerah penyelidikan berwarna kelabu kehitaman-kecoklatan, struktur laminasi, menyerpih, keras, getas (Gambar 8 dan 9). setempat-setempat terdapat sisipan batupasir halus, berwarna kelabu - kekuningan. Diperkirakan endapan bitumen padat di lokasi ini terdiri dari 9 (sembilan) lapisan, masing-masing lapisan diberi notasi Seam A, B, C, D, E, F, G, H, dan I. Ketebalan masing-masing lapisan bitumen padat berkisar 1,0-15 meter. Secara umum, lapisan bitumen padat di daerah penyelidikan memiliki jurus (*strike*) berarah tenggara-baratlaut, serta kemiringan (*dip*) berarah selatan-baratdaya.

Berdasarkan hasil analisis TOC yang dilakukan pada conto batuan bitumen padat, kekayaan/kelimpahan material organik (TOC) berkisar 0,43-1,22% (Tabel 2). Terdapat 1 ((satu) conto batuan yang memiliki kandungan TOC <0,5% yaitu kode conto SK-05, 4 (empat) conto yang memiliki kandungan material organik 0,5-1,0%.

Tabel 2. Hasil analisis TOC conto batuan bitumen padat di daerah penyelidikan.

NO.	KODE CONTO	TOC (%)
1	SK-01	1,19
2	SK-02	0,56
3	SK-04	0,50
4	SK-05	0,43
5	SK-06	1,13
6	SK-07	0,97
7	SK-08	0,97
8	SK-09	1,03
9	SK-10	1,22

(Kode Conto SK-02, SK-04, SK-07, dan SK-08), serta 4 (empat) conto dengan kandungan material organik berkisar 1,0-2,0% (Kode Conto SK-01, SK-06, SK-09, dan SK-10).

Menurut Waples (1985), batuan sedimen yang memiliki kandungan TOC <0,5% merupakan batuan yang memiliki potensi sebagai batuan sumber hidrokarbon (minyak dan gas bumi) yang dapat diabaikan, karena nilai TOC <0,5% cenderung akan menghasilkan hidrokarbon dalam jumlah yang sangat kecil dan kemungkinan tidak terjadi ekspulsif. Batuan sedimen yang mengandung TOC antara 0,5-1,0% tidak memiliki potensi sebagai batuan sumber hidrokarbon yang efektif, akan tetapi, masih dapat mengekspulsi sejumlah kecil hidrokarbon, sedangkan batuan dengan kandungan antara 1,0-2,0% merupakan batuan yang cukup berpotensi sebagai batuan sumber hidrokarbon.

Dari hasil analisis *retorting* yang dilakukan pada conto batuan (Tabel 3), menunjukkan bahwa hanya dua conto batuan (kode conto SK-06 dan SK-07) yang dapat menghasilkan minyak, yaitu

berkisar 0,5-1 liter/ton batuan, sedangkan 7 (tujuh) conto batuan yang lainnya (Kode Conto SK-01, SK-02, SK-04, SK-05, SK-08, SK-09, dan SK-10) tidak menghasilkan minyak. Hal ini diduga karena material organik (kerogen) yang terkandung di dalam conto batuan merupakan kerogen tipe III ataupun campuran antara type II/III. Menurut Peters dan Cassa (1994), kerogen tipe II/III, produk utama yang dihasilkan pada puncak kematangan adalah gas dan sedikit minyak, sedangkan kerogen dengan tipe III akan menghasilkan gas.

Potensi bitumen padat di daerah penyelidikan (Tabel 4) dihitung berdasarkan kriteria sebagai berikut:

1. Panjang lapisan yang dihitung kearah jurus dibatasi sampai sejauh 500 meter dari titik informasi paling ujung kearah kiri dan kanan, dengan asumsi bahwa lapisan endapan bitumen padat yang dihitung memiliki sifat yang homogen.
2. Lebar lapisan yang dihitung dibatasi sampai dengan kedalaman maksimum 50 meter. Persamaan yang digunakan untuk menghitung lebar (L) adalah  $50/\sin\alpha$  ( $\alpha$  adalah sudut kemiringan lapisan batuan).
3. SG (*specific gravity*/berat jenis) yang dihitung adalah berdasarkan nilai SG bitumen padat di daerah penyelidikan, yaitu  $2,25 \text{ ton/m}^3$ .
4. Potensi bitumen padat tiap lapisan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{POTENSI BITUMEN PADAT} = \{ [\text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \times \text{Tebal (m)}] \times \text{SG (gr/ton)} \}$$

### Prospek pemanfaatan dan pengembangan bitumen padat.

Ketebalan lapisan batuan bitumen padat di daerah Nanga Serawai cukup tebal, akan tetapi, sebaran perlapisannya tidak terlalu luas karena cekungan yang dianggap sebagai wadah formasi pembawa bitumen padat hanya merupakan cekungan kecil.

Dari hasil analisis TOC dan *retorting* pada conto batuan bitumen padat di daerah penyelidikan diduga bahwa bitumen padat di daerah tersebut memiliki kecenderungan menghasilkan gas bukan minyak bumi.

Apabila penyelidikan bitumen padat di daerah ini akan ditindaklanjuti, maka harus dilakukan kajian/analisis conto batuan yang lebih rinci, seperti analisis petrografi dan geokimia organik agar penafsiran terhadap kekayaan, tipe, dan kematangan material organik conto batuan dapat diketahui dengan lebih pasti.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari uraian di atas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- Formasi pembawa bitumen padat di daerah penyelidikan adalah Formasi Serpih Silat berumur berumur Eosen Akhir.

- Endapan bitumen padat di daerah penyelidikan diperkirakan terdiri dari 9 (sembilan) lapisan dengan notasi Seam A, B, C, D, E, F, G, H, dan I.
- Ketebalan lapisan bitumen padat diperkirakan berkisar 1,0-15 meter.
- Potensi endapan bitumen padat di daerah penyelidikan sebesar 31.192.875 ton.
- Hasil analisis TOC (*total organik carbon*), material organik conto batuan di daerah penyelidikan memiliki kekayaan/kelimpahan berkisar 0,43-1,22%.
- Hasil analisis *retorting* yang dilakukan pada conto batuan, hanya kode conto SK-06 dan SK-07 yang dapat menghasilkan minyak, yaitu berkisar 0,5-1,0 liter/ton batuan, sedangkan 7 (tujuh) conto batuan yang lain, yaitu kode conto SK-01, SK-02, SK-04, SK-05, SK-08, SK-09, dan SK-10 tidak menghasilkan minyak (nihil). Hal ini diperkirakan bahwa batuan bitumen tersebut memiliki kecenderungan untuk menghasilkan gas.

### Saran

Bitumen padat di daerah penyelidikan memiliki kecenderungan untuk menghasilkan gas. Bila bahan galian ini akan dilakukan penyelidikan lebih lanjut, maka perlu dipertimbangan akses jalan menuju lokasi penyelidikan

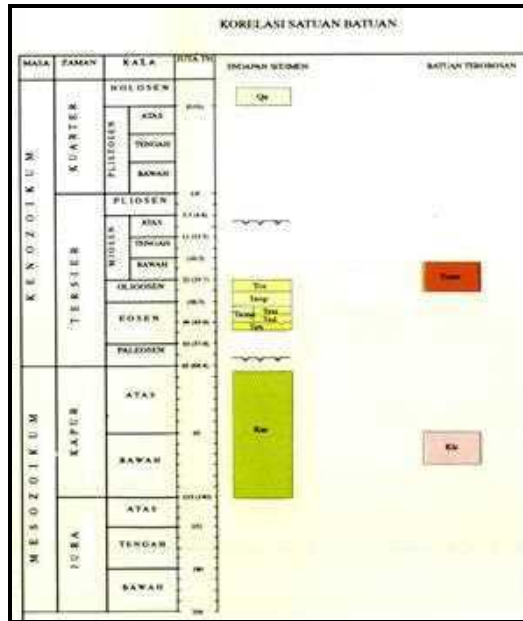
yang hanya dapat dilalui dengan menggunakan kendaraan air (*speedboat*) selama  $\pm$  10 jam perjalanan dan banyaknya jeram-jeram sungai, serta tingginya harga kebutuhan pokok.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dyni, J.R. (2006):** Geology and resources of some world oil-shale deposits, *Scientific investigation report 2005-5294*, USGS, Reston, Virginia.
- Harahap, Bhakti, H., Syaiful B., Baharuddin, Suwarna N., Pangabean H., Simanjuntak T.O. (2003),** *Stratigraphic Lexicon of Indonesia*, (Special Publication No. 29), Geological Research and Development Centre, Bandung.
- Hutton, A.C. (1987):** Petrographic classification of oil shales: *International Journal of Coal Geology*, 203-231, Elsevier science publisher B.V., Amsterdam.
- Hutton, A.C. (2006):** Organic petrography and classification of oil shales: *Oil shales workshop*, University of Wollongong, Australia.
- Lee, Sunggyu, Speight, J.G., Loyalka, S.K. (2007):** *Handbook of alternative fuel technologies*, CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Margono, U., Sujitno, T., Santosa, T. (1995):** *Peta geologi lembar Tumbanghram quadrangle, Kalimantan*, P3G, Bandung.
- Peters, K.E., Cassa, M.R. (1994):** Applied source rock geochemistry: *The petroleum system from source rock to trap*, AAPG, Memoirs 60.
- Waples, D.W. (1985):** *Geochemistry in petroleum exploration*, International Human Resources Development Corporation, Boston.
- Yen, T.F., Chilingarian, G.V. (1976):** Oil shale, Elsevier, Amsterdam.







Gambar 3. Stratigrafi regional daerah Penyelidikan (Margono dkk., 1995).



Gambar 4. Morfologi perbukitan bergelombang sedang di bagian barat hingga bagian tengah daerah penyelidikan.



Gambar 5. Morfologi perbukitan landai di bagian timur- tenggara daerah penyelidikan.





Gambar 8. Singkapan Bitumen Padat pada Formasi Serpiah Silat yang tersingkap pada dinding tebing Sungai Muntian.



Gambar 9. Singkapan Bitumen Padat pada Formasi Serpiah Silat, yang tersingkap pada dinding tebing Sungai Melawi.

Tabel 1. Data singkapan batuan di daerah penyelidikan.

No.	Kode Sampel	Koordinat		Strike (N.....E)	Dip (.....)	Tebal (m)	Keterangan
		(BT)	(LS)				
1	SK-01	112° 45' 56.9"	0° 02' 48.1"	140°	15°	± 11	Serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan, setempat terdapat sisipan batupasir halus-sedang.
2	SK-02	112° 45' 54.4"	0° 02' 22.9"	135°	5°	± 3	Serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan, setempat terdapat sisipan batupasir halus-sedang.
3	SK-03	112° 46' 01.9"	0° 02' 05.6"	100°	6°	-	Batupasir berukuran butir halus. Setempat terdapat sisipan serpih, tebal 0,15 meter.
4	SK-04	112° 45' 21.2"	0° 01' 38.3"	90°	31°	± 11,5	Serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan.
5	SK-05	112° 45' 04.0"	0° 01' 30.0"	28°	18°	± 2	Serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan.
6	SK-06	112° 46' 08.8"	0° 03' 22.0"	30°	9°	± 12	Serpih, kelabu kehitaman.
7	SK-07	112° 44' 02.0"	0° 02' 20.6"	79°	24°	± 1,5	Serpih, kelabu kehitaman.
8	SK-08	112° 43' 35.8"	0° 02' 56.4"	80°	15°	± 15	Serpih, kelabu kehitaman-kemerahan.
9	SK-09	112° 43' 21.7"	0° 02' 43.8"	95°	14°	± 1	Serpih, kelabu kehitaman.
10	SK-10	112° 43' 14.9"	0° 02' 46.7"	95°	32°	± 1	Serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan.
11	SK-11	112° 43' 03.4"	0° 03' 11.2"	110°	17°	-	Batupasir halus, kuning-kecoklatan.
12	SK-12	112° 43' 22.4"	0° 03' 24.5"	115°	12°	-	Batupasir halus, kuning-kecoklatan.
13	SK-13	112° 45' 59.4"	0° 05' 06.4"	145°	12°	-	Batupasir halus, kuning-kecoklatan.
14	SK-14	112° 45' 44.6"	0° 06' 53.6"	52°	23°	-	Batupasir berukuran butir halus, kelabu setempat terdapat sisipan batulempung.
15	SK-15	112° 46' 08.4"	0° 07' 52.0"	137°	33°	-	Batupasir halus, kelabu kehitaman-kecoklatan berselingan dgn batulempung kelabu kehitaman.
16	SK-16	112° 45' 39.2"	0° 08' 40.9"	190°	7°	-	Batupasir berukuran butir halus, kelabu kehitaman.
17	SK-17	112° 45' 18.0"	0° 08' 28.8"	45°	5°	-	Batupasir berukuran butir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan. Setempat terdapat sisipan batulempung, kelabu kehitaman.
18	SK-18	112° 45' 11.5"	0° 10' 26.0"	50°	12°	-	Batulempung kelabu kehitaman-kekuningan.
19	SK-19	112° 43' 39.4"	0° 10' 43.0"	185°	5°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.
20	SK-20	112° 43' 36.8"	0° 11' 57.8"	70°	5°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.
21	SK-21	112° 44' 43.1"	0° 12' 49.7"	120°	10°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.
22	SK-22	112° 43' 17"	0° 14' 01.1"	65°	11°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan. Berselingan dengan serpih, kelabu kehitaman-kecoklatan, setempat setempat terdapat pita-pita batubara.
23	SK-23	112° 35' 54.6"	0° 13' 03.3"	55°	12°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.
24	SK-24	112° 35' 28.7"	0° 08' 43.8"	206°	15°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.
25	SK-25	112° 35' 03.5"	0° 08' 56.8"	60°	17°	-	Batupasir halus, kelabu kekuningan-kecoklatan.

Tabel 3. Hasil analisis *retorting* conto batuan bitumen padat di daerah penyelidikan.

NO.	KODE CONTO	KANDUNGAN	
		Air (L/Ton)	Minyak (L/Ton)
1	SK-01	5	0
2	SK-02	6	0
3	SK-04	9	0
4	SK-05	4.5	0
5	SK-06	6	1
6	SK-07	7.5	0.5
7	SK-08	6	0
8	SK-09	5	0
9	SK-10	7	0

Tabel 4. Perhitungan potensi Bitumen Padat di daerah Nanga Serawai dan sekitarnya.

Lapisan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tebal (m)	SG*	Sumber Daya (ton)
A	1000	500	1.2	2.25	1350000
B	1000	167	1.1	2.25	4133250
C	1000	500	3	2.25	3375000
D	1000	100	11.5	2.25	2587500
E	1000	167	2	2.25	751500
F	1000	125	1.5	2.25	421875
G	1000	167	1.5	2.25	5636250
H	1000	250	1	2.25	562500
I	1000	100	1	2.25	225000
<b>Total:</b>					<b>31192875</b>

\*) Berat jenis bitumen padat di daerah penyelidikan.



## **PUSAT SUMBER DAYA GEOLOGI**

Jalan Soekarno - Hatta no. 444 Bandung 40254

Telp : 022 - 5202698, 5226270

Fax : 022 - 5226263, 5226270

Website : <http://psdg.bgl.esdm.go.id/>