

# MAGMATISME, SUMBERDAYA MINERAL DAN ENERGI DI TAPANULI SELATAN-SUMATERA UTARA

## MAGMATISM, MINERAL AND ENERGY RESOURCES OF SOUTH TAPANULI - NORTH SUMATERA

oleh :

I.H. Sulistyawan, B.H. Harahap

Pusat Survei Geologi  
Jl. Diponegoro 57 Bandung

### Abstrak

Dari penelitian geologi di Tapanuli Selatan diketahui bahwa terdapat hubungan antara proses magmatisme dan kemungkinan adanya sumberdaya mineral dan energi di wilayah ini. Pengamatan lapangan yang didukung oleh analisis laboratorium menunjukkan bahwa variasi sumberdaya mineral yang ada di wilayah ini berupa emas, logam dasar (Cu,Pb,Zn), zeolit, kaolin, lava andesit dan tras. Intrusi ganda merupakan control terbentuknya logam dasar maupun emas dan erupsi dari beberapa gunung api yang ada di wilayah ini menghasilkan sumberdaya mineral lain. Sumberdaya energi panas bumi terdapat di Sipirok sebagai implikasi dari kegiatan vulkanisme di daerah Tapanuli Selatan. Keterdapatan ini mungkin berkaitan dengan aktivitas Gunung Sibualbuali yang berumur Plistosen-Holosen. Sumberdaya hidrokarbon dan batubara yang dijumpai pada wilayah ini diduga juga terbentuk dengan pengaruh proses magmatisme. Batubara dengan kalori yang tinggi dan cukup tebal terdapat pada Formasi Sihapas.

Kata kunci : magmatisme, sumberdaya, mineral, hidrokarbon, geothermal

### Abstract

*The result of geological survey in Tapanuli Selatan indicates that there are a relationship between magmatism process and the possibility of mineral and energy occurrences. Field observation and supported with laboratory analysis showing some mineral occurs in the area i.e. gold, base metal (Cu, Pb, Zn), zeolit, kaolin, andesitic lava dan tras. Multiple intrusions may control the occurrence of base metals and gold resources and the eruption of some volcanoes was producing another mineral resources. Resources of geothermal also found in Sipirok as another implication of volcanic process in Tapanuli Selatan area. It may related to the activity of Mount Sibualbuali in the past. Occurs as the effect of heat release from the magmatism process, hydrocarbon of Barumun Basin and some layers of coal has found in this area. High kalori of coal was occurs in a thin layer of Sihapas Formation.*

*Keywords : magmatism, resources, minerals, hydrocarbon, geothermal*

### Pendahuluan

Penelitian magmatisme dan sumberdaya mineral dan energi Daerah Tapanuli Selatan (Tapsel) dilaksanakan pada tahun 2007. Daerah penelitian terletak dibagian selatan propinsi Sumatera Utara (Gambar 1). Pada awalnya daerah ini merupakan satu wilayah kabupaten, yaitu Kabupaten Tapanuli Utara. Namun kemudian daerah ini dimekarkan menjadi 3 (tiga) wilayah kabupaten, yaitu Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Padang Lawas Utara dan Kabupaten Padang Lawas.

Tulisan ini membahas mengenai magmatisme,

sumberdaya mineral dan energi di daerah Tapanuli Selatan dengan tujuan untuk memberikan gambaran hubungan antara kegiatan magmatisme dan keberadaan sumberdaya mineral dan energi berdasarkan data hasil pengamatan geologi lapangan dan ditunjang oleh data analisis laboratorium. Dalam kaitannya dengan magmatisme di daerah ini maka telah dianalisa 14 (empatbelas) sampel batuan dengan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Laboratorium Pusat Survei Geologi untuk mengetahui geokimia batuan di wilayah penelitian, terutama kandungan unsur utama (*major elements*) dan unsur-unsur jejak (*trace elements*) dalam batuan.

Naskah diterima : 31 Juli 2012  
Revisi terakhir : 16 Juli 2013



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

Geologi

Fisiografi

Sebagian besar daerah penelitian termasuk dalam Lajur Pegunungan Bukit Barisan dan terletak pada bagian tengah Pulau Sumatera. Lajur ini meliputi beberapa graben, yaitu graben Panyabungan, Sayurmatangi dan Pintu Padang-Padangsampung (Verstappen, 1973; Aspden dr., 1982). Sejumlah ini membagi pegunungan Barisan menjadi dua yaitu Pegunungan Barisan bagian timur dan Pegunungan Barisan bagian barat. Pada bagian lain terdapat cekungan yang terdiri dari Cekungan Sumatera Tengah dan Cekungan Sumatera Barat yaitu masing-masing disebelah timur dan barat Pegunungan Bukit Barisan.

Wilayah timur Kabupaten Tapanuli Selatan adalah bagian cekungan Sumatera Tengah (*Central Sumatera Basin*) merupakan dataran rendah berketinggian (10 – 100) meter di atas permukaan

laut ditempati oleh batuan sedimen berumur Oligosen-Miosen Formasi Sihapas dan Telisa dan secara tidak selaras ditutupi oleh batuan berumur Kuartar yaitu Formasi Patani dan Minas. Di bagian tengah sebelah timur zone Bukit Barisan atau di sekitar Sungai Batang Pane dan Batang Galoga merupakan daerah perbukitan rendah berketinggian antara 50 dan 200 meter di atas permukaan laut. Daerah ini terutama terdiri dari undulasi dengan kemiringan lapisan 10-15 derajat dengan bukit terpisah dan membulat. Ke arah timur Gunung Tua adalah muka gunung (*mountain front*) yang ditempati oleh batuan sedimen klastik (Formasi Kuantan, Sihapas dan Telisa). Sisanya ke sebelah timur adalah dataran dengan ongkakan bukit-bukit berelevasi antara (100 – 150) meter, diantaranya yang lazim dikenal adalah Padang Bolak (savana). Daerah bagian utara Kabupaten Tapanuli Selatan mempunyai morfologi yang sangat dipengaruhi oleh pusat gunungapi dan subvulkanik (intrusi hipabisal).

Wilayah barat Kabupaten Tapanuli Selatan merupakan bagian dari cekungan Sumatera bagian barat dengan morfologi perbukitan bergelombang dengan beberapa rawa dan danau, diantaranya Danau Siats.

#### *Tatanan Geologi Regional*

Pulau Sumatera memiliki tatanan geologi yang sangat kompleks, dimana peristiwa Tektonik Lempeng telah terjadi sejak Mesozoikum (Hamilton, 1979). Tumbukan Lempeng Samudera Hindia dengan Lempeng Benua Asia di bagian barat Sumatera menghasilkan percampuran batuan asal kerak samudera dan benua sehingga terbentuk beraneka ragam jenis batuan (Hamilton, 1979). Segmen utara Bukit Barisan di daerah Tapanuli Selatan termasuk daerah yang mencerminkan peristiwa tektonik lempeng tersebut. Di daerah ini terdapat beberapa elemen tektonik seperti cekungan muka (*fore-arc basin*) di barat, busur gunungapi (*volcanic arc*) di tengah dan cekungan busur belakang (*back-arc basin*) di timur. Batuan yang berasal dari kerak samudera diwakili oleh Komplek Woyla yang berada di bagian tenggara wilayah Tapsel. Sedangkan batuan yang mewakili kerak Benua adalah batuan sedimen dan batuan malihan berumur Paleozoikum-Kenozoikum. Sistem Sesar Sumatera (*Sumateran Fault System*) memotong daerah ini dengan arah baratlaut-tenggara.

Tektonik Semenanjung Malaya dan Sumatera membagi menjadi tiga mintakat, yaitu: Mintakat Sumatera Barat (Cathaysian), Sinoburmalaya (Gondwana) dan Malaya Timur (Cathaysian) (Hutchison, 1980). Mintakat Malaya Timur, yang dicirikan oleh batugamping fusulinid Perm bawah dan batuan gunungapi Perm Akhir, berlanjut sampai ke Indochina dan China selatan dan dibatasi oleh Suture Bentong-Raub dengan Mintakat Sinoburmalaya.

Kelompok Tapanuli yang berumur Karbon-Perm (*Permo-Carboniferous*) terendapkan sebagai aliran beban (*mass-flow*) pada suatu paparan benua (*continental shelf*) dan lereng benua (*continental slope*) dan arus turbid (*turbidity current*).

Pada Miosen Awal suatu peristiwa pengangkatan telah terjadi dimana dimulainya pengendapan Formasi Sihapas pada daerah cekungan (*basin*), yang diikuti oleh masa genaglaut yaitu dengan pengendapan Formasi Telisa. Vulkanisme yang merupakan masa pengangkatan dan sesar bongkah

(*block faulting*) terjadi pada Miosen.

Pada Miosen Tengah, Geantiklin Bukit Barisan mulai terangkat sehingga menyebabkan peristiwa regresi regional. Kegiatan gunungapi muncul secara ekstensif dan disertai oleh aktifitas vulkanik dan intrusi subvulkanik, di mana keduanya menerus sampai Miosen Akhir dan juga kemungkinan sampai Pliosen. Batuan Gunungapi Angkola dan batuan gunungapi minor lainnya yang tersebar di bagian tengah Tapanuli Selatan diduga terbentuk pada Miosen-Pliosen. Pengangkatan geantiklin yang terus-menerus telah mensuplai sedimen di sebelah utara daerah penelitian menghasilkan batulanau berkarbon (Formasi Petani). Peristiwa tektonik dan pengangkatan yang disertai dengan *dekstral wrench faulting* menerus pada Plistosen Awal. Batuan – batuan berumur Tersier terlipat dan teriris (*sliced*) menjadi seri *horst* dan *graben* sebagai akibat sesar bongkah pada batuan dasar. Sementara itu sistim graben median mulai membentuk pergerakan patahan tegak berlembah (*through vertical fault movement*) di sepanjang biasan Sistem Sesar Sumatera (*Sumatera Fault System splays*). Sesar-sesar pada perioda ini juga telah mengakibatkan kataklisis dan milonitisasi pada intrusi yang lebih muda dan pada batuan metasedimen Pra-Tersier yang berdekatan dengan lajur sesar utama, dan mungkin juga yang menyebabkan perlipatan pada beberapa singkapan batuan berumur Pra-Tersier.

Erosi geantiklin yang disertai oleh penurunan singkat dan sedimentasi yang berlangsung cepat pada cekungan di sekitarnya telah membentuk akumulasi sedimen paralik sampai fluvial (Formasi Minas). Sementara itu terjadi letusan gunungapi diantaranya Gunung Toba, Sibualbuali, Lubukrata dan Naribong. Material hasil erosi mulai mengisi graben yang telah siap menampung dan terbentuk sebagai kipas "*piedmont*".

#### Geologi Daerah Tapanuli Selatan

Di daerah Tapanuli Selatan, tidak ditemukan batuan berumur Jura atau Kapur yang oleh Clarke dkk. (1982) diinterpretasikan bahwa daerah ini telah mengalami pengangkatan bersamaan dengan peristiwa pengangkatan "*Thay-Malay event*", sehingga tidak terjadi sedimentasi. Batuan tertua yang tersingkap di daerah Tapsel adalah batuan malihan berumur Perm yang termasuk Kelompok Tapanuli. Di daerah Tapanuli Selatan kelompok ini terdiri dari Formasi Kuantan, Kelompok Tapanuli tak

terbedakan dan Lapisan Paleozoikum dan Mesozoikum tak terbedakan dengan Anggota Batugamping dan batugamping Paleozoikum dan Mesozoikum tak terbedakan. Formasi Kuantan ditutupi tidak selaras oleh Formasi Sihapas dan Formasi Telisa dari Grup Kampar. Kedua formasi ini ditutupi tidak selaras oleh batuan gunungapi berumur Miosen sampai Plistosen. Batuan Pra-Tersier maupun Tersier ditutupi oleh batuan gunungapi Kuartar yang merupakan produk Toba, Lubukrata, Sibualbuali, Martimbang. Endapan aluvium (Formasi Minas dan Pematang) menutupi batuan yang lebih tua. Formasi Kuantan berumur Perm terdiri atas metasedimen klastik berupa perselingan serpih, lanau, batupasir kuarsa serta batugamping termetakan diantaranya berupa marmer.

Fasies tingkat rendah metamorfosa sekis hijau (*lower greenschist facies metamorphism*) dijumpai dominan pada Kelompok Tapanuli dan pada fasies yang berbutir halus berkembang belahan sabak (*slaty cleavage*).

Di bagian timur daerah penelitian Kelompok Kampar ditutup secara tidak selaras oleh batulumpur Formasi Petani. Selanjutnya unit ini ditutupi secara tidak selaras oleh batuan klastika kasar berumur Kuartar (Formasi Minas). Di bagian barat dan utara daerah penelitian terdapat batuan vulkanik berumur Miosen dan menutup sebagian besar batuan yang lebih tua. Formasi Gunungapi Toru, Formasi Gunungapi Angkola dan Formasi Gunungapi Naribong adalah termasuk generasi magma yang tergabung dalam periode ini. Formasi Gunungapi Toru terdiri atas andesit, aglomerat dan breksi, tersebar di bagian utara daerah penelitian tepatnya di sekitar perbatasan antara Kabupaten Tapanuli Selatan dan Kabupaten Tapanuli Utara. Formasi Gunungapi Angkola terdiri atas andesit, aglomerat dan basalt, tersebar secara luas memanjang baratlaut-tenggara di sebelah barat kota Padangsidempuan. Formasi Gunungapi Naribong terdiri atas gunungapi menengah dan aglomerat tersebar cukup luas di bagian utara daerah penelitian.

Pada bagian tengah daerah penelitian terdapat batuan intrusi riolit berumur Plistosen bawah yang dikenal sebagai Tuf Toba (Aspden drr., 1982). Batuan ini tersebar di daerah Gunung Tua berupa subvulkanik dengan struktur kekar tiang (*columnar joint*).

Di daerah Kecamatan Batang Toru, Tuf Toba yang menempati bagian selatan Dolok Bombongan.

Batuan vulkanik termuda di daerah ini berumur Plistosen Atas, merupakan produk Gunungapi Sibualbuali, Gunungapi Martimbang dan Pusat Lubukrata. Produk Gunungapi Sibualbuali terdiri dari ignimbrit riadasitan, kubah riolit, sedikit andesit, terdapat di pegunungan tengah sekitar Kecamatan Sipirok dan Padangsidempuan Timur, merupakan deretan bukit yang memanjang tenggara - baratlaut. Vulkanik ini juga terbentuk sebagai *fissure* menerobos unit yang lebih tua termasuk Formasi Telisa dan Sihapas, di mana diantaranya telah terjadi silisifikasi. Produk Pusat Lubukrata terdiri atas tufa dasitan dan andesitan, lava dan lahar, tersebar di sekitar Dolok Lubukrata, Batang Toru dan kota Padangsidempuan.

Pada bagian timur laut daerah penelitian (lintasan Padangsidempuan-Gunung Tua), pada umumnya didominasi oleh batuan klastika berupa batu pasir dan konglomerat, dan pada bagian paling atas terdapat selingan lempung putih (kaolin). Pengamatan geologi di sekitar jalan raya antara Sunggam dan Nabundong memperlihatkan suatu sistem pengendapan sedimen yang berulang-ulang secara teratur dan menerus. Di sini terdapat perselingan lapisan tipis antara batupasir dan napal dengan ketebalan sekitar 50 meter berupa lapisan tegak dan terlipat. Formasi Sihapas terdiri dari batupasir kuarsa, serpih berkarbon, batulanau dan konglomerat. Anggota Kanan terdiri atas batupasir kuarsa, kadang-kadang glaukonitan. Formasi Telisa terdiri dari batulanau berkarbon sampai dengan gampingan, batupasir lanau dan serpih, sedikit batugamping. Anggota Sipupus terdiri dari napal gampingan dan pasir, dengan sedikit batugamping yang sebagian glaukonitan.

Batuan intrusif tersingkap di bagian barat lereng deretan Bukit Barisan, berupa granit dan granodiorit. Granit yang mengintrusi Kelompok Tapanuli ini berumur Tersier. Aspden drr., 1982 membagi batuan intrusif ini menjadi 4 unit (lampiran 1) yaitu Komplek Granite Uluhannagodang, Komplek Dolok Tinjoan, granodiorit tidak bernama dan Granodiorit Simatoir. Komplek Granite Uluhannagodang terdiri atas granodiorit, diorit dan granit, berumur Eosen, tersingkap di timur laut kota Batang Toru berkontak sesar atau mengintrusi Kelompok Tapanuli tak terbedakan, dan ditindih oleh batuan vulkanik dari Formasi gunungapi Angkola dan Tuf Toba. Komplek Dolok Tinjoan terdiri atas granodiorit hornblenda, mikrogranodiorit dan diorit, kompleks ini tersebar cukup luas di bagian selatan Kecamatan

Sayurminggi, tersingkap sangat bagus di Sungai Batang Gadis kira-kira 250 meter ke hilir dari muara Sungai Angkola. Tubuh granit ini umumnya berbentuk lonjong sejajar dengan jurus lapisan batuan disekitarnya (*country rocks*) dan mempunyai relief rendah dibandingkan dengan batuan disekitarnya. Granodiorit Simatoir terdiri atas granodiorit, tersingkap di Kecamatan Batang Toru. Vulkanik minor, terjadi berupa lapisan tufa berupa sisipan pada Formasi Petani dan Minas, terdiri atas tufa montmorillonite dan zeolit.

Pada bagian utara daerah penelitian di daerah Bunga Bondar pada umumnya didominasi oleh litologi berupa batupasir kuarsa dari Formasi Sihapas. Secara setempat Formasi ini sangat keras dan silisifikasi berkaitan dengan sesar dan intrusi. Pada bagian lain di utara (daerah Sipagimbar) pada umumnya berupa batuan gunungapi.

Bagian selatan daerah penelitian (Sayurminggi dan Padangsidempuan Barat) pada umumnya ditempati oleh Batuan Gunungapi Angkola, Formasi Barus, Granit dan marmer. Formasi Barus terdiri dari batupasir kuarsa dan serpih. Singkapan serpih (mungkin *oil shale*) terdapat di daerah Siondop. Marmer terdapat di Desa Panibari, Kecamatan Sayurminggi, sebarannya cukup luas dengan morfologi karst.

Struktur geologi utama yang berkembang di daerah ini adalah sesar dengan arah hampir baratlaut – tenggara, dimana arah kompresi berasal dari arah timurlaut-baratdaya. Struktur kekar yang berkembang berupa kekar gerus dengan arah barat laut sampai utara. Sesar mendatar telah menggeser sesar utama dengan arah hampir barat-timur. Perlipatan terdapat pada Formasi Sihapas, Anggota Batugamping dari Formasi Kuantan, dan Formasi Kuantan, berarah Barat Laut – Tenggara.

#### Magmatisme

Kegiatan magmatisme di daerah ini telah dilaporkan Aspend dkk.,1982, Clarke drr.,1982 dan Rock dkk.,1983. Kegiatan magmatisme pada zaman Perm berupa intrusi sebagai Komplek Granit Sibolga dan Granit tidak bernama, yang pertama terdiri atas granodiorit, granit dan diorit. Sedangkan Granit tak bernama berupa granit. Adanya lapisan vulkanik yang telah termalihkan menjadi sekis telah dilaporkan oleh Harahap dkk.,2006 di dalam Kelompok Tapanuli di Kabupaten Payakumbuh, Sumatera Barat.

Kegiatan magmatisme pada zaman Tersier (Eosen dan Miosen Atas) ditandai dengan kehadiran granitoid di daerah Kecamatan Batang Toru dan Kecamatan Sayurminggi dan batuan gunungapi Kecamatan Sayurminggi, Pintu Padang, Batang Toru, Sipirok dan Bunga Bondar.

Granitoid Eosen dinamakan sebagai Komplek Granit Uluhan Godang terdiri atas granodiorit, diorit dan granit. Granitoid berumur Miosen Atas terbagi menjadi 3 unit yaitu Komplek Dolok Tinjoan, Granodiorit Simatoir dan Granit tidak bernama (Aspend drr.,1982). Komplek Dolok Tinjoan terdiri atas granit, granodiorit hornblende, mikrogranodiorit dan diorit. Intrusi biasanya pejal, berwarna abu terang, berbutir sedang sampai kasar, bertekstur porfiritik dengan fenokris feldspar. Mineral utama yang teridentifikasi adalah feldspar, kuarsa, amfibol, biotit dan muskovit. Di Siondop, intrusi ini mengandung senolit konglomerat yang mengandung fragmen batuan alas berupa sabak, sekis dan kuarsit.

Batuan Gunungapi Tersier dibagi menjadi 3 unit yaitu Batuan Gunungapi Angkola, Batuan Gunungapi Naribong dan Batuan Gunungapi Toru. Batuan Gunungapi Angkola terdiri atas andesit hornblende, basalt, aglomerat dan breksi vulkanik. Batuan Gunungapi Naribong terdiri atas lava dan aglomerat. Lava berupa dasit bertekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas. Batuan Gunungapi Toru terdiri atas andesit, aglomerat dan breksi tersingkap tidak luas di perbatasan antara Kecamatan Sipirok dan Pahae.

Keberadaan magmatisme berumur Kuartar Awal di daerah ini di laporkan oleh Aspend drr. (1982), yaitu Tuf Toba dan lava andesitan yang merupakan produk dari Gunungapi Toba (sekarang Danau Toba). Di daerah Gunung Tua vulkanik ini tidak semuanya berupa tufa, tetapi hadir juga sebagai subvulkanik atau hipabisal. Oleh karena itu tidak perlu dimasukkan ke dalam unit Tuf Toba. Nama baru yang diusulkan di sini adalah Intrusi Gunung Tua. Batuan tufa ditemukan cukup luas di daerah Kecamatan Halongonan (Gambar 2), yaitu antara Gunung Tua dan Bolatan (perbatasan dengan Kabupaten Labuhan Batu) dan antara Simpang Hutaimbaru dan Sungai Barumon yang terdiri dari kaolin dan zeolit. Sebaran batuan termuda lainnya berupa tuf putih yang merupakan produk Gunungapi Toba terdapat di sekitar jalan raya antara Gunung Tua dan Sibuhuan.

Dalam penelitian ini telah ditemukan secara pasti satu lokasi singkapan lava riolit dengan struktur



Gambar 2. Tufa berwarna putih di Kecamatan Halongonan.

meniang (*columnar joint*) di daerah Hajoran lava riolit yang sangat bagus telah dipetakan oleh Aspend dkk., 1982 sebagai Tuf Toba berlapis. Singkapan lava riolit pada lokasi lain terdiri atas riolit berwarna putih sebagian *amygdales* dan sebagian masif, bertekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas dan biotit, segar, vesicular (Gambar 3 dan 4). Batuan vulkanik lainnya adalah tufa berlapis berwarna putih yang terdiri atas lapisan zeolit, oksida besi dan kaolin terdapat di jalan kebun kelapa sawit antara Hutaimbaru dan Sungai Barumon, peneliti terdahulu memasukkannya sebagai Formasi Petani. Dari kenampakan litologi secara megaskopik batuan ini masih sangat muda, kemungkinan tufa ini berasal dari Gunungapi Toba (Gambar 5).

Magmatisme berumur Plistosen-Holosen dihasilkan oleh Gunung Sibualbuali dan Lubukrata, vulkanik produk kedua gunungapi tersebut terdapat di bagian tengah daerah penelitian yaitu utara kota Padangsidempuan, menutup langsung Formasi Sihapas dan Kelompok Tapanuli. Vulkanik ini terbagi menjadi 2 unit yaitu Pusat Sibualbuali dan Pusat Lubukrata. Pusat Sibualbuali terdiri atas ignimbrit riodasitan, kubah riolitan, sedikit andesitan letusan celah (*fissure eruption*). Pusat Lubukrata terdiri atas tufa dasitan dan andesitan, lava dan lahar. Petrologi vulkanik ini mempunyai tekstur porfiritik berkomposisi plagioklas dan kuarsa.

#### Geokimia

Data hasil analisis geokimia yang dilakukan di Laboratorium Geologi Pusat Survei Geologi terhadap 14 sampel batuan yang diambil dari daerah Tapanuli Selatan seperti yang disajikan pada tabel 1 tampak bahwa kandungan  $\text{SiO}_2$  berkisar antara 51,83%wt – 72,54%wt, hal ini berarti bahwa batuan di daerah ini pada umumnya bersifat relatif asam.

Berdasarkan distribusi data ini terhadap diagram AFM (Kuno, 1969) dan diagram antara  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{K}_2\text{O}$  (Pecerillo and Taylor, 1976) diketahui bahwa batuan di daerah penelitian merupakan batuan dengan afinitas magmatik kalk-alkali yang berasal dari magma yang berhubungan dengan aktivitas subduksi (Gambar 6 dan 7).

Pada umumnya pola geokimia lava berumur Neogen di daerah ini dicirikan oleh alumina tinggi, bervariasi antara 13,73-21,11%wt, kandungan MgO rendah antara 0,11-6,68%wt kandungan alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  kurang dari 8 wt%) dan  $\text{TiO}_2$  (< 1 wt%). Ciri geokimia tersebut di atas merupakan karakteristik dari magma yang berkaitan dengan subduksi pada pinggiran benua aktif. Batuan vulkanik dari daerah Tapsel diinterpretasikan berkaitan langsung dengan proses subduksi dimana Kerak Samudra India-Australia menunjam miring dibawah pulau Sumatera sejak Eosen.



Gambar 3. Lava riolit dengan struktur meniang di daerah Hajoran Kecamatan Padang Bolak.



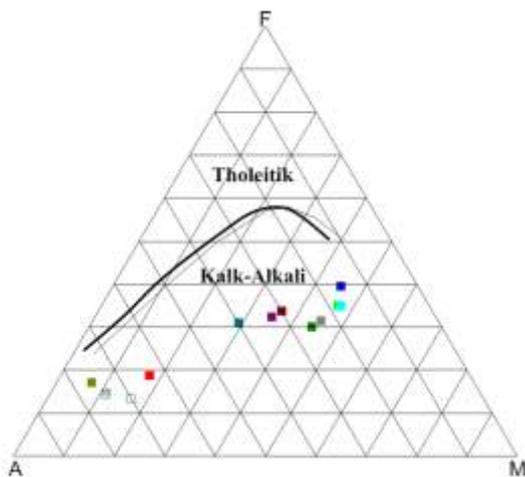
Gambar 4. Detail foto lava riolit berwarna putih bertekstur porfiritik dengan fenokris feldspar dan biotit, struktur amygdales.



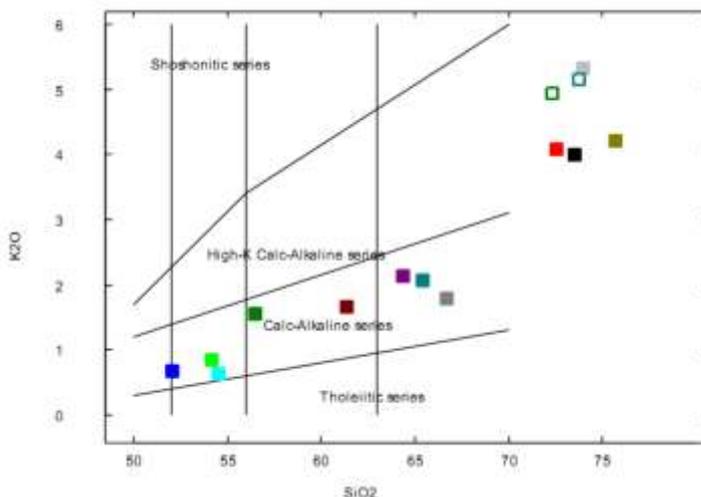
Gambar 5. Tufa berlapis berwarna putih yang terdiri atas lapisan oksida besi dan kaolin terdapat di jalan kebun kelapa sawit antara Hutaimbaru dan Sungai Barumon.

Tabel 1. Data geokimia unsur utama sampel batuan dari Tapanuli Selatan (dalam persen).

Sampel Unsur	IH01A	IH04A	IH05A	IH19A	IH22A	IH30A	IH31A	IH42B	IH44A	IH51A	IH54A	IH81A	IH82A	IH86A
SiO <sub>2</sub>	68,15	55,43	63,28	59,81	60,28	72,54	71,20	65,36	51,83	53,16	52,96	67,76	69,14	70,52
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,59	0,55	0,49	0,46	0,31	0,31	0,45	0,64	0,65	0,70	0,30	0,29	0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,10	21,11	17,46	17,15	15,76	14,90	13,81	13,73	18,41	20,16	17,51	15,94	15,54	14,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,39	6,64	5,26	6,66	5,57	1,62	1,93	6,34	10,11	8,84	8,39	2,07	1,69	1,83
MnO	0,03	0,13	0,08	0,12	0,12	0,03	0,05	0,12	0,17	0,15	0,14	0,04	0,04	0,07
CaO	0,07	7,92	4,03	5,82	4,91	0,53	1,18	7,38	9,38	9,60	9,24	1,57	1,69	1,14
MgO	0,17	2,09	0,94	3,22	2,42	0,19	0,11	1,27	6,68	2,56	5,48	0,21	0,23	0,08
Na <sub>2</sub> O		3,12	3,50	3,15	2,56	1,81	2,72	2,04	2,52	2,88	2,80	1,89	2,40	2,77
K <sub>2</sub> O	3,70	1,51	1,99	1,61	1,99	4,03	5,12	1,75	0,65	0,81	0,60	3,79	4,72	4,92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,13	0,13	0,09	0,10			0,15	0,14	0,12	0,11		0,01	
LOI	6,43		1,83	1,90	5,78	3,94	3,55	0,61	0,19	0,29	2,24	5,23	4,72	3,48



Gambar 6. Plotting data geokimia pada diagram AFM (Kuno,1969)



Gambar 7. Diagram SiO<sub>2</sub> vs. K<sub>2</sub>O. (Pecerillo and Taylor, 1976).

## Sumber Daya Mineral dan Energi

Wilayah Tapanuli Selatan (Tapsel) berada pada tepian kerak Benua Asia yang bertumbukan dengan kerak Benua India-Australia sejak jaman Eosen. Daerah ini memiliki beberapa macam sumber daya geologi yang cukup penting. Berdasarkan data geologi, di daerah ini terdapat dua buah cekungan dan dua zona mineralisasi. Cekungan tersebut adalah Cekungan Tersier Barumun dan Siais, sedangkan mineralisasi sebagai hasil magmatisme Tersier dan Kuarter Bukit Barisan.

Bukit Barisan yang terangkat pada Paleogen dan sekaligus memisahkan Cekungan Barumun dan Siais, telah mensuplai sedimen klastik ke dalam dua cekungan tersebut. Cekungan Barumun memiliki prospek hidrokarbon seperti ditemukannya minyak bumi pada dua sumur bor dengan cadangan 1,5 juta barrel. Cekungan Siais juga memiliki prospek hidrokarbon diantaranya ditunjukkan dengan penemuan gas di Selat Sibolga. Batubara dengan nilai kalori relatif tinggi (mencapai 7.574 kalori/gram) dengan kandungan Sulphur dan abu cukup kecil ditemukan pada Formasi Sihapas dan Formasi Baru.

Dari pengamatan singkapan batubara pada  $\pm$  13 titik lokasi batubara yang tersingkap di Sungai Sihapas yang termasuk Desa Sobar (Kecamatan Padang Bolak) dan Kecamatan Sosopan, umumnya, batubara dijumpai dalam perselingan batulempung dan batupasir kuarsa Formasi Sihapas. Batubara berwarna hitam kecoklatan, keras, padat, ringan, pecahan kaca dan "brittle". Ketebalan batubara di daerah Sobar ini berkisar dari 30-60 centimeter dengan jurus dan kemiringan  $50^\circ$  dan berarah  $140^\circ$  ke timur.

Zona Bukit Barisan yang dibangun oleh perulangan intrusi (*multiple intrusions*) memiliki potensi kandungan logam, diantaranya prospek emas Martabe di Batang Toru dan beberapa prospek emas tambang sedimenter di Sibuhuan. Indikasi keterdapatan logam berat (Pb, Zn dan Fe) juga dijumpai di beberapa lokasi. Produk erupsi Gunungapi Sibualbuali dan Lubukrata menghasilkan zeolit, bentonit, kaolin, lava andesit dan tras.

Prospek sumber daya energi lainnya adalah geothermal Gunung Sibualbuali. Indikasi keterdapatan sumber daya geothermal ini dijumpai di daerah Kecamatan Sipirok berupa keterdapatan sumber air panas dan bahkan beberapa diantaranya sudah dieksplorasi oleh perusahaan swasta.

## Diskusi

Kelompok Tapanuli yang berumur Perem - Karbon terendapkan pada suatu paparan benua dan lereng benua (Silitonga dan Kastowo, 1975 dan Clark dr., 1982).

Di daerah penelitian Kelompok Tapanuli mengalami deformasi yang diikuti oleh fasies metamorfosa regional dan intrusi granodiorit-diorit pada zaman Trias.

Clark dr., 1982 berpendapat bahwa pengangkatan di Zone Bukit Barisan terjadi bersamaan dengan peristiwa pengangkatan "*Thay-Malay event*", terbukti dengan tidak ditemukan atau sedikit sekali diendapkan batuan berumur Jura atau Kapur di daerah ini. Pada Miosen Awal terjadi pengangkatan di mana pengendapan Formasi Sihapas pada daerah cekungan dimulai. Pada proses pengendapan Formasi Sihapas ini terendapkan sedimen pembentuk batubara. Jika dilihat dari singkapan batubara yang tersebar pada 13 titik dengan ketebalan berkisar dari 30-60 centimeter dan kemiringan  $50^\circ$  dan berarah  $140^\circ$  ke timur di Sungai Sihapas yang termasuk wilayah Desa Sobar (Kecamatan Padang Bolak) dan Kecamatan Sosopan maka tampak bahwa paling tidak setelah pengendapan Formasi Sihapas terjadi proses tektonik yang cukup intensif dan diikuti oleh masa genang laut yaitu dengan pengendapan Formasi Telisa. Vulkanisme yang terjadi pada Miosen Tengah-Akhir merupakan masa pengangkatan dan sesar bongkah (*block faulting*). Pada Miosen Tengah, Geantiklin Bukit Barisan mulai terangkat sehingga menyebabkan peristiwa regresi regional. Kegiatan gunungapi muncul secara ekstensif yang disertai oleh aktifitas intrusi subvulkanik (*hipabisal*), menerus sampai Miosen Akhir dan kemungkinan sampai pada Pliosen. Batuan Gunungapi Angkola dan batuan gunungapi minor lainnya yang banyak tersebar di daerah Gunung Tua diduga terbentuk pada Pliosen. Sementara itu pengangkatan geantiklin yang terus-menerus telah mensuplai sedimen dimana di sebelah utara daerah penelitian terendapkan batulanau berkarbon (Formasi Petani). Variasi litologi yang terbentuk sesuai dengan kondisi pengendapan pada saat itu yaitu terjadinya regresi yang terus menerus di mana bagian bawah unit ini merupakan endapan laut dan kemudian berangsur menjadi darat di bagian atas. Peristiwa tektonik dan pengangkatan yang disertai dengan *dextral wrench faulting* menerus pada Plistosen Awal. Batuan – batuan berumur Tersier terlipat dan teriris (*sliced*) menjadi seri horst dan graben sebagai akibat sesar bongkah pada batuan dasar, sementara itu sistim

graben median mulai membentuk pergerakan patahan tegak berlembah (*through vertical fault movement*) di sepanjang biasan sistem sesar Sumatera (*Sumateran Fault System Splays*). Sesar-sesar pada perioda ini juga mengakibatkan kataklisis dan milonitisasi pada intrusi yang lebih muda dan pada batuan metasedimen pra-Tersier yang berdekatan dengan lajur sesar utama, dan mungkin menyebabkan perlipatan yang terbentuk belakangan pada beberapa singkapan batuan berumur pra-Tersier. Erosi geantiklin yang disertai oleh penurunan dan sedimentasi yang berlangsung cepat pada cekungan di sekitarnya telah membentuk akumulasi sedimen paralik sampai fluvial (Formasi Minas). Sementara itu terjadi letusan gunungapi diantaranya Gunung Lubukrata dan Gunung Sibualbuali (Aspdn drr.,1982).

Berdasarkan analisis geokimia dapat diinterpretasikan bahwa batuan gunungapi di daerah penelitian merupakan produk subduksi selama Tersier dan Kuartar, terdiri dari granodiorit, andesit dan riolit. Keberadaan batuan gunungapi yang cukup bervariasi di daerah Tapanuli Selatan memberikan gambaran petrologi yang berkaitannya dengan mineralisasi pada segmen utara Zone Bukit Barisan. Keanekaan ragam batuan di daerah ini telah memberikan arti penting terhadap ketersediaan sumber daya mineral. Deposit emas yang cukup besar terdapat di deretan Bukit Barisan bagian barat di Kecamatan Batang Toru. Cebakan emas lainnya adalah di bagian timur deretan Bukit Barisan di daerah Barumun yang termasuk dalam Kecamatan Sosa dan Kecamatan Barumun (Sungai Siraisan). Hidrokarbon dan batubara terdapat pada cekungan Tersier yaitu Cekungan Sumatera Tengah dan Cekungan Sumatera Barat.

Pergerakan sesar secara dekstral berlanjut sampai sekarang (Tjia,1977). Menurut Katili,1967 dan Tjia,1977 horst dan graben yang terjadi pada Sistem Sesar Sumatera terbentuk selama Plistosen, yang mana pada umumnya mengikuti pergerakan dekstral disepanjang sesar aktif.

## Kesimpulan

Penelitian yang telah geologi di wilayah Tapanuli Selatan yang terletak pada lajur Magmatisme Zone Bukit Barisan menyimpulkan bahwa keberadaan sumberdaya mineral dan energi di wilayah ini terdapat terjadi akibat adanya kegiatan magmatisme, terutama kegiatan magmatisme yang

berumur Tersier dan Kuartar Awal. Proses magmatisme zaman Tersier (Eosen dan Miosen Atas) ditandai dengan kehadiran granitoid membentuk mineralisasi emas dan logam berat yang ditemukan di daerah Batang Toru, Sayurmatinggi, dan Sibuhuan. Sedangkan magmatisme berumur Kuartar Awal di wilayah Tapanuli Selatan antara lain menghasilkan batuan tufaan yang mengandung sumber daya mineral berupa kaolin dan zeolit di daerah Halongonan dan di daerah antara Simpang Hutaimbaru dan Sungai Barumun. Magmatisme zaman Tersier juga mengontrol pembentukan Cekungan Barumun dan Siais yang memiliki potensi sumber daya hidrokarbon. Sementara itu magmatisme jaman ini juga mengontrol pembentukan dan pematangan sumber daya energi berupa batubara pada Formasi Sihapas dan Formasi Barus. Magmatisme Miosen Atas juga menyebabkan terjadinya metamorfisme batuan karbonat yang menghasilkan batuan marmer berwarna merah, hitam dan putih yang memiliki nilai ekonomis.

Kegiatan magmatisme Kuartar (Pleistosen-Holosen) menghasilkan sumber daya energi lainnya berupa panas bumi yang terkait dengan kegiatan Gunung Sibualbuali di daerah Sipirok.

Data baru yang diperoleh selama penelitian ini adalah (a) ditemukannya lava muda berstruktur tiang di daerah Gunung Tua dimana vulkanik tersebut dilaporkan oleh peneliti sebelumnya sebagai piroklastik, (b) Ditemukannya batuan marmer di daerah Sosopan dengan penyebaran yang cukup luas, (c) Ditemukannya batuan vulkanik berlapis berupa zeolit dan kaolin di Kecamatan Halongonan, (d) Ditemukannya emas sekunder (*placer*) di Sungai Siraisan, Kecamatan Barumun yang bersumber dari Formasi Kuantan, (e) Ditemukannya batubara di daerah Sobar, di Sungai Sihapas dan juga di daerah Lubuk Torop dalam Formasi Sihapas.

## Ucapan Terimakasih

*Tulisan ini merupakan hasil kegiatan penelitian geologi lapangan yang dilaksanakan pada tanggal 28 Agustus sampai 21 September 2006 oleh tim geologi yang termasuk dalam Cluster Magmatisme Zone Bukit Barisan dan Lajur Timah Bangka-Belitung Pusat Survei Geologi sebagai bagian dari penelitian pada segmen utara Bukit Barisan. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih atas ijin dari rekan-rekan anggota tim untuk mempublikasikan hasil penelitian ini.*

## Acuan

- Aspden, J.A., Kartawa, W., Aldis, D.T., Djunuddin, A., Whandoyo, R., Diatma, D., Clarke, M.C.G. dan Harahap, H., 1982. *Geologi Lembar Padangsidempuan dan Sibolga, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Brian, S., Sjaefuddin, A.G. dan Widjaya, H., 1982. Regional Geochemical Atlas Series of Indonesia. 1. Northern Sumatera. Overseas Division, Institute of geological Sciences dan Subdit Geokimia, Direktorat Sumberdaya Mineral. Tidak terbit.
- Clarke, M.C.G., Ghazali, S.A., Harahap, H., Kusyono and Stephenson, B., 1982. *Peta Geologi Lembar Pematangsiantar, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung
- Harahap, B.H., 2006. Magmatisme Segmen Utara Zone Bukit Barisan Daerah Limapuluh Kota, Sumatera Barat. Tim Petrologi. Pusat Survei Geologi Bandung (laporan tidak terbit)
- Hamilton, W., 1979 Tectonic of The Indonesian Region, *U.S.G.S. Prof. Paper 1078*.
- Hutchison, R.W., 1980. Massive Base Metal Sulfide Deposits as Guides to Tectonic Evolution. In : D.W. Strangway (ed.). *The continental crust and its mineral*
- Katili, J.A., & Hehuwat, F., 1967. On the Occurrence of Large Transcurrent Faults in Sumatera, Indonesia, *J. Geosci, Osaka Univ.* 10, (1-1), 1-17.
- Levet, B., Jones, M. dan Sutopo, B., 2004. The Purnama Gold Deposit in Martabe District of North Sumatera, Indonesia (unpublished).
- Machali, A.M., Johnson, C.C., Crow, M.J., Ating, D. dan Sumartono, 1997. *Atlas Geokimia Daerah Sumatera Bagian Selatan*. Direktorat Sumberdaya Mineral dan British Geological Survey.
- Rock, N.M.S., Aldiss, D.T., Aspden, J.A., Clarke, M.C.G., Djunuddin, A., Kartawa, W., Miswar, Thompson, S.J., Whandoyo, R., 1983. *Geologi Lembar Lubuksikaping, Sumatera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Silitonga, P.H. and Kastowo, 1975. *Geological Map of the Solok Quadrangle, Sumatera, 1:250 000 scale*. Geological Survey of Indonesia Bandung.
- Tjia, H.D., 1977, Tectonic Depressions along the Transcurrent Sumatera Fault Zone, *Geol. Indonesia* 4 (1), 13-27.
- Van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Government Printing Office, The Hague, 732p.
- Verstappen, H.P., 1973. *A Geomorphological Reconnaissance of Sumatera and Adjacent Islands (Indonesia)*. Wolters-Nordhoff Gronigen.

JSDG