

Geologi Daerah Panas Bumi Sipoholon-Tarutung Kabupaten Tapanuli Utara Sumatera Utara

Rachman Hasan; Setiadarma; Dikdik Risdianto; Kahja Supardi

Sari

Secara administratif lapangan Panas bumi Sipoholon terletak di Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara, yang secara geografis terletak antara 98° 54' 00'' - 99° 01' 30''BT dan 1° 56' 00''LU sampai 2° 06' 00''LU, atau pada 488.000 mT sampai 504.000 mT dan 215.600 mU sampai 232.100 mU pada system koordinat UTM zone 47, belahan bumi utara.

Morfologi dicirikan oleh adanya depresi yang memanjang arah baratlaut – tenggara yang dikelilingi pegunungan dan perbukitan bergelombang sedang – terjal. Di beberapa tempat terdapat morfologi kerucut gunung api yaitu G. Martimbang di selatan dan G. Palangkagading di sebelah baratlaut.

Geologi daerah penelitian tersusun oleh 8 satuan batuan, yang terdiri dari batuan pyroklastik dan aliran lava. Urutan satuan batuan dari yang tertua ke muda adalah: Satuan Aliran lava Jorbing (Tmlj), Satuan Aliran Lava Siborboron (Tmlsb), Satuan Pyroklastik Toba-1 (Qvt), Satuan Pyroklastik Toba-2 (Qvt), Satuan Aliran Lava Palakagading (Qvlp), Satuan Kubah Lava Martimbang (Qvma), Sinter Karbonat (Qgs) dan Satuan Alluvial (Qal).

Struktur geologi utama berupa sesar normal yang berarah baratlaut-tenggara, yang membentuk morfologi depresi (graben) sebagai akibat dari pergerakan Sesar Sumatera (SFS), selain berarah barat laut-tenggara, di beberapa tempat struktur sesar berarah utara-selatan dan barat timur. Sesar-sesar ini mengontrol terbentuknya manifestasi panas bumi di lokasi penelitian.

Manifestasi panas bumi di daerah penelitian terdiri atas mata air panas, bualan gas dan solfatara. Tipe air panas terdiri dari tipe klorida, tipe bikarbonat dan tipe sulfat. Temperatur fluida dalam reservoir berkisar antara 142 – 230 °C dengan potensi tingkat terduga sebesar 140 MWe.

1. Pendahuluan

Pulau Sumatera merupakan pulau kedua terpadat penduduknya setelah Pulau Jawa. Permintaan pasokan energi listrik semakin lama cenderung semakin besar seiring bertambahnya jumlah penduduk sedangkan pasokan tak seimbang dengan pertumbuhan permintaan, sehingga perlu dilakukan pengembangan sumber energi listrik baru. Untuk mengantisipasi hal tersebut Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral ditahun 2005 mengadakan survey terpadu di Daerah Panas Bumi Sipoholon-Tarutung (gmb.1).

1.1. Lokasi

Daerah panas bumi Sipoholon-Tarutung terletak di Kabupaten Tapanuli Utara provinsi Sumatera Utara, berjarak 200 km sebelah selatan Kota Medan dengan jarak tempuh 6 jam melalui darat. Secara geografis terletak antara 98° 54' 00'' – 99° 01' 30'' BT dan 1° 56' 00'' - 2° 06' 00'' LU, atau dalam sistim koordinat UTM terletak antara 488.000 – 504.000 mT dan 215.600 – 232.100 mU di belahan bumi selatan.

Lokasi penyelidikan terdapat di daerah yang berketinggian antara 900 – 1650 m diatas permukaan laut, dengan curah hujan 2389 mm pertahun, bersuhu udara relatif sejuk dengan kondisi tanah yang subur untuk pertanian.

1.2. Tataguna Lahan

Tataguna lahan di lokasi penyelidikan terdiri dari Hutan Lindung menempati 20%, Hutan Produksi Terbatas menempati 25%, Hutan Produksi menempati 30% dan Lahan Kegunaan Lain menempati 25%

Hutan lindung terletak di daerah berelevasi tinggi yang merupakan daerah konservasi air tanah, untuk mensuplai persediaan air tanah. Hutan Lindung didominasi oleh tanaman keras yang dapat tumbuh pada iklim bersuhu sejuk, yaitu berupa pohon pinus dan cemara, yang di tebang untuk industri dan bangunan. Lahan pengembangan terkonsentrasi di pedataran, yang di kembangkan untuk pertanian dan pengembangan infrastruktur penunjang aktivitas masyarakat.

1.3. Penyelidik Terdahulu

Beberapa penyelidik telah melakukan penyelidikan di daerah ini dan tulisannya menjadi bahan rujukan dalam melakukan penyelidikan lanjutan, mereka adalah :

- N. Akbar, 1972 yang meneliti hamparan endapan/ sinter karbonat di daerah Sipoholon
- Aldiss.D.T., Wandoyo R., 1982. Melakukan penyelidikan geologi

regional di wilayah Sidikalang dan Sinabang.

- J.A. Aspden, W. Kertiwa dkk., 1982. Melakukan penyelidikan tentang penyebaran endapan hasil aktivitas G. api purba Toba, serta aktivitas tektonik akibat Sesar Sumatera di wilayah Sumatera Utara.

2. Hasil Penyelidikan

2.1. Morfologi

Morfologi daerah penyelidikan terdiri dari 4 satuan morfologi, yaitu Kerucut Gunung Api, Perbukitan Ber-relief Terjal, Perbukitan Ber-relief Sedang dan Pedataran Tinggi.

Morfologi Kerucut Gunung Api terletak di sebelah barat laut dan selatan daerah penelitian yang terbentuk sebagai hasil aktifitas G. Martimbang dan G. Palangkagading.

Satuan Perbukitan Ber-relief terjal terdapat di sekeliling daerah penyelidikan, ber-elevasi 1150 – 1500 m di atas muka laut. Kemiringan lereng mencapai 90°, dengan bentuk lembah sungai “V” yang sebagian dikontrol oleh litologi dan struktur geologi.

Satuan Perbukitan Ber-relief Sedang, terdapat di sebelah timur laut dan barat daya daerah penyelidikan, ber-elevasi 1000 – 1150 m di atas muka laut, dengan kemiringan lereng antara 15° – 30° dengan bentuk lereng sungai “V” dan berbentuk “U” dibagian ber-elevasi lebih rendah.

Satuan Pedataran Tinggi, terdapat di tengah-tengah lokasi penyelidikan, berupa bentuk depresi “Tarutung” sebagai hasil aktivitas pergerakan struktur geologi (graben). Berketinggian 900 – 1000 m di atas muka laut.

2.2. Litologi

Litologi daerah penyelidikan didominasi oleh batuan vulkanik, berupa batuan beku, Piroklastik, dan breksi vulkanik. Berdasarkan ciri-ciri makroskopis dan urutan genesanya, litologi di daerah penyelidikan terbagi menjadi 7 (tujuh) satuan batuan. Urutan dari tua ke muda adalah :

1. Satuan Lava Jorbing (Tmlj)
Satuan ini menyebar di bagian tenggara daerah penyelidikan, merupakan penyusun satuan morfologi relief sedang-terjal, tersusun oleh batuan beku andesit, berwarna abu-abu terang-gelap, porfiritik, sebagian telah mengalami pelapukan dan ubahan yang lemah, mineralogi tersusun atas plagioklas, piroksen, sedikit olivine serta mineral opak. Dari hasil pengamatan mikroskopis, batuan ini adalah Andesit Piroksen. Umur satuan ini diperkirakan Tersier (Miosen), kontak tak selaras dengan satuan di atasnya yaitu piroklastik Toba.
2. Satuan Lava Siborboron (Tmlsb)

Menyebar di bagian barat daerah penyelidikan, menempati satuan morfologi relief terjal di lereng Dolok Siborboron. Terdiri dari batuan beku, warna abu-abu muda-tua, vesicular, afanitik-porfiritik, mineralogi terdiri dari plagioklas, piroksen, sedikit olivine, gelas vulkanik dan mineral opak dengan komposisi andesitik. Dari hasil analisa sayatan tipis satuan ini didominasi oleh batuan beku Andesit Piroksen. Umur satuan ini diperkirakan berumur Miosen, posisinya stratigrafinya berada tidak selaras dibawah satuan Piroklastik Toba.

3. Satuan Piroklastik Toba 1 (Qvt)

Menyebar di bagian selatan daerah penyelidikan tepatnya disebelah barat G. Martimbang. Berwarna abu-abu gelap, fragmen terdiri dari litik, kristal plagioklas, gelas vulkanik, tidak dijumpai kristal kuarsa sebagai fragmen. Dibeberapa tempat terdapat sisa aktifitas hydrothermal berupa endapan oksida besi, dari hasil pengamatan sayatan tipis termasuk dalam Tufa Gelas, dan umur satuan ini diperkirakan Kuartar.

4. Satuan Piroklastik Toba 2 (Qvt)

Daerah penyebaran hampir disemua bagian daerah penyelidikan, berwarna abu-abu terang, mengandung fragmen batuan berukuran mencapai diameter 10cm. berkomposisi riodasit, bergradasi menjadi makin kompak dibagian bawah satuan, terdapat struktur aliran. Dari hasil pengamatan sayatan tipis satuan ini didominasi oleh gelas vulkanik, kristal kuarsa, plagioklas, hornblende, dan termasuk dalam Tufa Gelas Riodasitan. Umur satuan ini diperkirakan berumur Kuartar dan merupakan aliran piroklastik hasil aktifitas G. api purba Toba.

5. Satuan Lava Palangkagading (Qvpg)

Satuan ini menyebar dibagian barat daerah penyelidikan, diperkirakan hasil erupsi G. Palangkagading, terdiri dari batuan beku andesitik, berwarna abu-abu kehijauan, porfiritik, mineralogy didominasi plagioklas, piroksen, mineral opak dan gelas vulkanik. Dari hasil pengamatan sayatan tipis satuan ini tersusun oleh batuan Andesit Piroksen, dengan kedudukan selaras di atas satuan piroklastik Toba 2. Umur satuan ini diperkirakan berumur Kuartar.

6. Satuan Kubah Lava Martimbang (Qvma)

Tersebar di daerah selatan daerah penyelidikan, yaitu di sekitar lereng Gunung Martimbang. Terdiri dari batuan beku andesitik, hasil pembekuan lava Gunung Martimbang, berwarna abu-abu tua, afanitik-porfiritik, vesicular, mineralogi didominasi

plagioklas, piroksen, mineral gelas dan mineral opak. Dari hasil sayatan tipis batuan itu termasuk dalam Andesit Piroksen. Umur satuan ini berdasarkan metode *Fission track* adalah 600.000 tahun atau Kuartar.

7. Satuan Sinter Karbonat (Qgs)

Terdapat di sekitar manifestasi panas bumi, merupakan hasil endapan fluida panas bumi yang berkomposisi bikarbonat. Berwarna putih hingga putih kecoklatan, kristalin, dibebraha tempat terdapat struktur perlapisan dan gua (caving) dengan stalaktit dan stalagmit. Dari hasil pengamatan sayatan tipis menunjukkan 95% terdiri dari kristal kalsit hasil rekristalisasi fluida berkomposisi bikarbonat. Proses pembentukan satuan ini masih berlangsung hingga saat ini.

8. Satuan Endapan Alluvial (Qal)

Terkonsentrasi di daerah depresi Tarutung, yaitu di sepanjang lereng S. Sigaeon. Bersifat polimik atau aneka rupa, terdiri dari pasir, tuff, batuan beku andesit, fragmen berukuran mencapai diameter 50 cm, membundar- membundar tanggung, tidak padu (Gmb. 3).

2.3. Struktur Geologi

2.3.1. Struktur Geologi Regional

Secara regional daerah penyelidikan terletak pada jalur Sistem Sesar Sumatera (SFS), yang melintang arah baratlaut-tenggara sepanjang 1650 km (Katili dan Hehuwat, 1967) mulai dari P. Weh di Aceh sampai Teluk Semangko di Lampung. Umur sesar ini berbeda-beda mulai dari Kapur sampai Paleogen.

Sistem sesar ini tersusun oleh paling tidak 18 segmen sesar (Tjia, 1970) dan masih aktif, sebagai akibat pergerakan ini di sepanjang jalur sesar ini terdapat banyak struktur-struktur depresi (graben) terutama di daerah pertemuan antar segmen sesar, sebagai akibat komponen gaya tarikan (*extention*), termasuk diantaranya adalah zone depresi Tarutung.

2.3.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan analisa citra satelit dan pengamatan dilapangan, di daerah penyelidikan terdapat 12 sesar.

Sesar-sesar ini secara umum mempunyai 4 (empat) arah orientasi yaitu baratlaut-tenggara, timurlaut-baratdaya, utara-selatan dan barat-timur.

Semua sesar ini bertanggung jawab atas terbentuknya manifestasi panas bumi di daerah penyelidikan.

Sesar-sesar tersebut adalah:

1. Sesar Sipoholon

Berarah baratlaut - tenggara, indikasi di permukaan dicirikan oleh adanya kelurusan mata

air panas (Sipoholon, Hutabarat) selain itu pada citra satelit terlihat juga adanya kelurusan/ *linement* lembah serta tekuk lereng.

Sesar ini berupa sesar normal, bidang naik (*foot wall*) berada di sebelah timur laut dan bidang turun (*hanging wall*) di sebelah baratdaya, sesar ini terjadi akibat gaya yang bersifat tarikan (*extension*) yang berarah timurlaut-baratdaya.

2. Sesar Sibatu-batu

Sesar ini mempunyai arah baratlaut-tenggara, diperkirakan merupakan kelanjutan dari Sesar Sipoholon kearah tenggara daerah penyelidikan. Indikasi di permukaan adalah adanya mata air panas Sitompul. Selain itu dari citra landsat terlihat adanya kelurusan lembah atau tekuk lereng. Sesar ini berupa sesar normal dengan bidang naik di belahan timurlaut dan bidang turun di belahan baratdaya.

3. Sesar Sigaeon

Berarah baratlaut - tenggara dengan indikasi di permukaan dicirikan oleh adanya bualan gas H₂S di daerah Pintubosi serta kelurusan lembah dan tekuk lereng. Sesar ini berjenis sesar normal, bidang naik di belahan baratdaya dan bidang turun di sebelah timurlaut.

4. Sesar

Sesar ini berarah baratlaut - tenggara, Pemunculannya dicirikan oleh adanya mata air panas serta bualan gas CO₂ (Air Soda), sedangkan dari citra landsat terdapat kelurusan tekuk lereng. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di timurlaut dan bidang turun di baratdaya.

5. Sesar Pintubosi

Berarah timurlaut-baratdaya, terletak di sebelah utara daerah penyelidikan, indikasi dipermukaan dicirikan oleh adanya mata air panas Tapian Nauli dan bualan gas H₂S di Daerah Pintubosi serta adanya singkapan batuan ubahan, sedangkan dari citra satelit terlihat sebagai kelurusan lembah sungai. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di baratlaut dan bidang turun di belahan tenggara.

6. Sesar Tarutung

Berarah relatif utara-selatan terletak di sebelah selatan daerah penyelidikan, indikasi dipermukaan dicirikan oleh adanya mata air panas Ugan, sedangkan dari citra satelit terlihat sebagai kelurusan lembah. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di sebelah barat dan *hanging wall* di sebelah timur.

7. Sesar Parbubu

Berarah relatif barat-timur, terletak di wilayah barat daerah penyelidikan, indikasi di permukaan dicirikan oleh adanya mata air panas Sibadak dan Parbubu. Analisis Citra satelit memperlihatkan kelurusan lembah dan punggung. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bagian yang naik di sebelah utara dan *hanging wall* di sebelah selatan.

8. Sesar Siborboron

Berarah baratlaut-tenggara terletak di sebelah barat daerah penyelidikan, indikasi sesar ini terlihat pada citra satelit berupa kelurusan punggung. Sesar ini berjenis sesar normal, dengan bidang naik di sebelah baratdaya dan bidang turun di sebelah timurlaut.

9. Sesar Hutabarat

Berarah timurlaut-baratdaya indikasi dipermukaan dicirikan oleh adanya mata air panas dan bualan gas H₂S (Hutabarat), sedangkan pada citra satelit terlihat sebagai kelurusan lembah sungai yang menerus. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di sebelah baratlaut dan bidang turun di sebelah tenggara

10. Sesar Martimbang

Berarah relatif utara-selatan, terletak di sebelah selatan daerah penyelidikan, dicirikan oleh adanya mata air panas Parbubu, sedangkan pada citra satelit terlihat sebagai kelurusan lembah. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bagian naik di sebelah barat.

11. Sesar Sibadak

Berarah relatif utara-selatan, indikasi sesar ini hanya berupa kelurusan lembah-lembah sungai yang menerus, sesar ini kemungkinan merupakan sesar penyerta dari Sistem Sesar Sumatera (SFS). Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di sebelah timur dan bidang turun di sebelah barat.

12. Sesar Jorbing

Berarah timurlaut-tenggara, terletak di sebelah tenggara daerah penyelidikan, indikasi sesar ini berupa kelurusan punggung dan lereng. Sesar ini berjenis sesar normal dengan bidang naik di sebelah timurlaut dan bidang turun di sebelah baratdaya (Gmb. 3).

3. Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi panas bumi di permukaan adalah merupakan indikasi adanya aktifitas panas bumi di bawah permukaan. Bentuk manifestasi dapat berupa mata air panas, bualan gas, fumarola, solfatara dan tanah panas.

Secara garis besar manifestasi di daerah penyelidikan terdiri dari mata air panas dan bualan gas. Manifestasi-manifestasi ini terbentuk/ dikontrol oleh struktur geologi/ sesar yang terdapat di daerah penyelidikan.

Manifestasi panas bumi yang terdapat di daerah penyelidikan adalah :

1. Mata air panas Sipoholon

Berupa mata air panas yang muncul di dalam zona Graben Tarutung, dengan temperatur berkisar antara 55 – 65⁰ C, pada suhu udara setempat 30⁰ C, mempunyai debit ± 25 liter/detik, tingkat keasaman (pH) terukur di lapangan 6.70, daya hantar listrik 1785 µm/cm. Data fisik lainnya yaitu endapan air panas (sinter) berkomposisi karbonat yang mencapai luas ± 1.5 km² disekitar manifestasi, di beberapa tempat terdapat endapan belerang (H₂S) dengan bau yang menyengat.

2. Mata air panas Hutabarat

Mata air panas bersuhu 48⁰ – 53⁰ C pada suhu udara setempat 28⁰ C dengan debit ± 14 liter/detik, tingkat keasaman (pH) terukur di lapangan 6.46, daya hantar listrik >1999 µm/cm. Manifestasi Hutabarat mempunyai tipe sama dengan air panas Sipoholon, dicirikan dengan adanya endapan sinter karbonat yang cukup tebal dan luas penyebarannya, ± 50⁰ ke arah utara dari mata air panas terdapat lubang hembusan gas H₂S dan gas lainnya dengan temperatur gas terukur adalah 44⁰ C.

3. Mata air panas Sitompul

Lokasi berada di bagian tenggara daerah penyelidikan, yang muncul sebagai indikasi adanya struktur sesar, temperatur terukur di lapangan berkisar antara 38 - 45⁰C pada suhu udara setempat 26.0⁰C dengan debit air panas ± 0.3 liter/detik. Gejala fisik lainnya dicirikan oleh adanya endapan sinter karbonat dan belerang, tekanan gas cukup tinggi yang dicirikan oleh banyaknya gelembung gas, pH lapangan berkisar antara 6.79, daya hantar listrik > 1999 µm/cm.

4. Mata air panas Tapian Nauli

Temperatur air panas ± 62.50⁰ C pada suhu udara setempat 27.0⁰ C dengan debit air panas ± 0.5 liter/detik, tingkat keasaman terukur di lapangan 6.42, daya hantar listrik >1999 µm/cm. Mata air panas ini terletak di pinggir sungai Tapianauli atau Sigeaon.

5. Mata Air Panas Sipolhas

Manifestasi ini berupa kolam mata air panas yang mengeluarkan gelembung gas, tidak tercium bau gas, tingkat keasaman air panas ini netral, temperatur air panas terukur di lapangan 40⁰ C, mata air panas ini telah dipergunakan oleh penduduk setempat sebagai tempat pemandian.

6. Mata Air Panas Parbubu-2

Manifestasi ini telah dikembangkan sebagai kolam renang air panas dengan debit ± 10 liter/detik, temperatur terukur di lapangan 41°C , mata air panas ini keluar dari rekahan lava, tercium bau H_2S lemah, tidak terdapat endapan sinter seperti di lokasi lainnya.

7. Mata Air Panas Ugan

Manifestasi ini keluar dari rekahan batuan tufa dengan tingkat keasaman netral, tidak tercium bau gas belerang, endapan berupa oksida besi berwarna coklat, hasil pengukuran air panas adalah 39.20°C pada suhu udara setempat 23°C dengan debit air panas ± 1.0 liter/detik, tingkat keasaman (pH) terukur di lapangan 7.19, daya hantar listrik $163 \mu\text{m/cm}$.

8. Mata air panas Penabungon

Hasil pengukuran air panas adalah 48.70°C pada suhu udara setempat 26.40°C dengan debit air panas >50 liter/detik, tingkat keasaman terukur di lapangan 6.17, daya hantar listrik $1760 \mu\text{m/cm}$. Tercium bau gas H_2S .

9. Mata Air Panas Pansur Batu

Manifestasi ini keluar dari kontak tufa dan lava Siborboron, tingkat keasaman netral, tidak tercium bau gas belerang, disekitar keluarnya air panas terdapat endapan oksida besi, terdapat buangan gas. Debit air panas ini ± 1 liter/detik dengan temperatur 38°C .

10. Air Panas Simamora

Sifat fisik air panas ini jernih, dengan tingkat keasaman netral, tidak berbau gas. Hasil pengukuran temperatur air panas $\pm 47.40^{\circ}\text{C}$ pada suhu udara setempat 28°C dengan debit air panas ± 0.08 liter/detik, tingkat keasaman terukur di lapangan 6.68, daya hantar listrik $1006 \mu\text{m/cm}$.

11. Air panas Sait Nihuta

Hasil pengukuran air panas adalah 43.20°C pada suhu udara setempat 27.0°C dengan debit air panas ± 0.05 liter/detik, tingkat keasaman terukur di lapangan 6.32, daya hantar listrik $> 570 \mu\text{m/cm}$.

4. Hidrogeologi

Kondisi hidrogeologi dikontrol secara langsung oleh litologi, selain litologi juga bentuk bentang alam.

Daerah penyelidikan tersusun oleh batuan vulkanik, yang didominasi oleh tuff riolitan yang sangat poros dan permeable, ditunjang oleh bentang alam berupa depresi/cekungan dan curah hujan yang cukup (mencapai 2389 mm), daerah penyelidikan termasuk daerah kaya akan air tanah. Sebagai akibat dari bentuk bentang alam berupa depresi dan perbukitan, terdapat dua zone hidrogeologi yaitu zone limpasan (discharge) dan zone resapan (recharge). Zone

limpasan adalah zone keluarnya air tanah di permukaan, umumnya terdapat di daerah elevasi rendah, atau di daerah sepanjang tekuk lereng, yang ditandai adanya mata air, sedangkan zone resapan adalah zone tempat masuknya/penetrasi air hujan (air meteorik) kedalam tanah, umumnya berada pada daerah elevasi tinggi yaitu puncak gunung, perbukitan dan punggung. Manifestasi air panas terjadi karena adanya interaksi antara air meteorik dengan air yang berasal dari sumber panas yang keluar melalui rekahan berupa bidang sesar.

5. Pembahasan

5.1. Sistem Panas Bumi

Dalam suatu sistem panas bumi, terdapat tiga komponen pendukung, yaitu sumber panas (*heat sources*), Reservoir dan lapisan penutup (*cap rock*).

Di daerah penyelidikan ada beberapa kemungkinan yang dapat berperan sebagai sumber panas, yang pertama adalah sisa panas dari aktifitas G. Martimbang di bagian selatan dan yang kedua adalah sisa panas dari aktifitas G. Palangkagading di bagian barat laut, aktifitas kedua gunung ini terjadi pada jaman Kuartar, yang memungkinkan masih menyimpan panas pada dapur magmanya. Dari data gaya berat terdapat beberapa anomali positif di beberapa tempat di daerah penelitian, yang diinterpretasikan tubuh intrusi yang memungkinkan sebagai sumber panas.

Dari hasil survey geolistrik diperoleh hasil bahwa kedalaman reservoir di daerah penyelidikan bervariasi antara kedalaman 700 m di sebelah timur hingga kedalaman 1400 m di bagian barat, lapisan ini bersifat resistif dan diperkirakan sebagai lapisan Piroklastik Toba dan fluida panas bumi yang mengisinya diperkirakan bersuhu antara $142 - 230^{\circ}\text{C}$ (geothermometer SiO_2 *adiabatic cooling*), sedangkan lapisan penutup berdasarkan data geolistrik berada pada kedalaman 300 m di bagian timur dan 1200 m di bagian barat. Perbedaan kedalaman ini disebabkan oleh adanya Sesar Normal Sipoholon. Gabungan komponen ini membentuk sistem panas bumi Sipoholon (Gmb. 2).

5.2. Potensi Energi

Metode yang digunakan untuk menghitung potensi energi panas bumi adalah metode volumetri, dengan beberapa asumsi yaitu tebal reservoir 2 km, *recovery factor* 50%, faktor konversi = 10%, dan *lifetime* = 30 tahun, luas reservoir 12 km^2 , temperatur reservoir 230°C dan temperatur

cut-off 180 °C. Dengan menggunakan rumus Lump Parameter diperoleh hasil potensi energi panas bumi terduga adalah **140 Mwe**.

6. Kesimpulan

- Morfologi daerah penyelidikan terdiri dari morfologi kerucut gunung api, morfologi relief sedang, morfologi relief terjal dan pedataran Tinggi. Morfologi pedataran tinggi terletak di zone depresi Tarutung.
- Satuan batuan terdiri dari batuan vulkanik, terdiri dari aliran lava, breksi vulkanik dan aliran piroklastik.
- Sumber panas diperkirakan berasal dari sisa panas aktifitas G. Palangkagading dan G. Martimbang yang berumur kuartar (G. Martimbang berumur 600.000 tahun, metode *fission track*), selain itu dari data anomali gaya berat, sumber panas diperkirakan dari tubuh intrusi.
- Struktur geologi daerah penyelidikan terbentuk sebagai hasil pergerakan Sistem Sesar Sumatera (SFS) dan sangat berperan dalam pemunculan manifestasi di daerah ini.
- Struktur geologi utama adalah Sesar Normal Sipoholon dan Sesar Sibatu-batu yang membentuk depresi Tarutung (graben) berarah barat-laut-tenggara.
- Manifestasi daerah penyelidikan terdiri dari mata air panas dan bualan gas CO₂ menyebar hampir di sepanjang dan disekeliling depresi Tarutung.
- Berdasarkan penghitungan geothermometer SiO₂, adiabatic cooling, suhu reservoir berkisar antara 142 – 230 °C.
- Potensi energi panas bumi terduga adalah 140 Mwe.

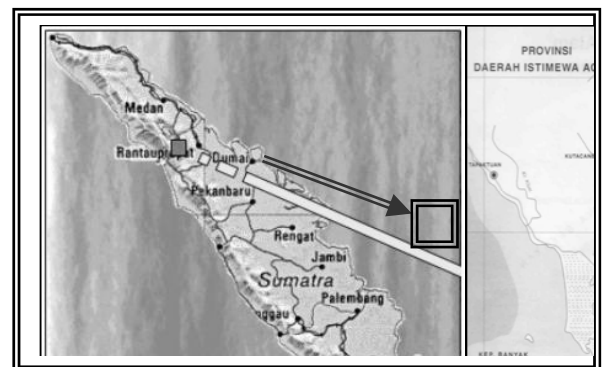
Saran

Berdasarkan hasil penyelidikan terpadu yang meliputi penyelidikan geologi, geofisika dan geokimia, daerah panas bumi Sipoholon sangat menarik dan perlu dilakukan penyelidikan lanjut berupa kegiatan pemboran landaian suhu untuk mengetahui gradien suhu serta geologi bawah permukaan. Gambar 3 memperlihatkan peta geologi dan usulan lokasi **pemboran landaian suhu** di daerah penyelidikan dengan mempertimbangkan kondisi geologi, geofisika dan geokimia.

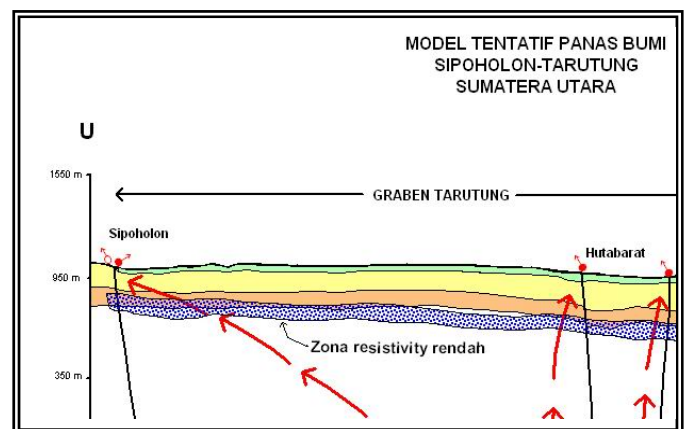
8. Daftar Pustaka

- Bammelen, van R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. I A. The Hague, Netherlands
- N. Akbar, 1972. Penyelidikan Pendahuluan Gejala Panas Bumi Ria-ria, Tarutung, Sumatera Utara. Direktorat Vulkanologi, Bandung

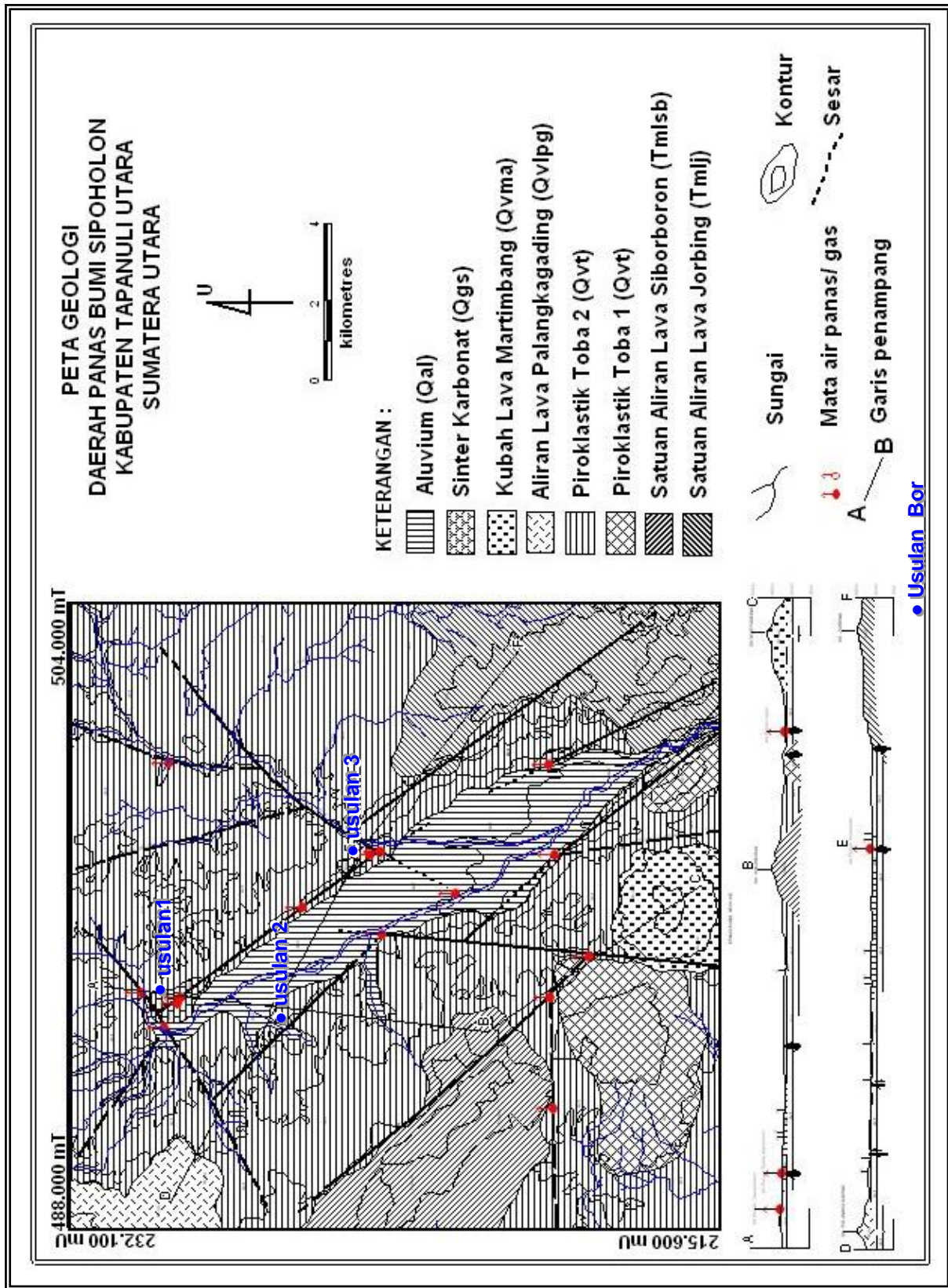
- Aldiss.D.T. Wandoyo R. dkk.,1982, Peta Geologi Lembar Sidikalang dan Sinabang, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- J.A Aspden, W.Kartiwa dkk.,1982 . Peta Geologi Lembar Tarutung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung
- Wohletz, K., Heiken, G., 1992. *Volcanology and Geothermal Energy*, University of California Press, California



Gambar 1. Peta Lokasi daerah penyelidikan



Gambar 2. Model Tentatif Sistem Panas Bumi Sipoholon



Gambar 3. Peta Geologi daerah penelitian dan usulan lokasi pemboran landaian suhu