

BAB II

TIJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi

2.1.1 Daerah Penelitian

Daerah panas bumi Sumani secara administratif termasuk kedalam wilayah Kabupaten Solok dan Kota Solok, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi berada pada koordinat $100^{\circ} 30' 3'' - 100^{\circ} 41' 07''$ BT dan $0^{\circ} 37' 57'' - 0^{\circ} 46' 37''$ LS. Daerah Panas Bumi Sumani terletak di Timurlaut Kota Padang, Ibukota Provinsi Sumatera Barat.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian (Google Earth, 2012).

2.1.2 Geomorfologi

Berdasarkan relief permukaan, kemiringan lereng, dan beda tinggi elevasinya, daerah panas bumi Sumani secara umum dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi (Tim Survei Terpadu, 2010) , yaitu :

- **Morfologi Perbukitan Vulkanik**
Satuan geomorfologi ini menempati bagian Baratdaya dan Utara, meliputi 52% daerah penyelidikan. Satuan ini berbentuk perbukitan yang tersusun dari hasil kegiatan vulkanik berupa lava dan piroklastik dengan kemiringan lereng dari sedang sampai curam. Pola aliran sungai yang berkembang di satuan ini adalah paralel dan sub-denditrik dengan elevasi berkisar antara 500-1000 m dpl.
- **Morfologi Perbukitan non-Vulkanik**
Satuan geomorfologi ini menempati bagian Timur dan Baratlaut, meliputi 32% daerah penyelidikan. Satuan ini berbentuk perbukitan yang batuan penyusunnya didominasi oleh batuan-batuan yang berumur pra-tercier (granit, batu gamping dan metamorf) dan sebagian disusun oleh endapan danau dengan kemiringan lereng dari sedang sampai curam. Sungai yang berkembang disatuan ini adalah sub-denditrik dengan tingkat kerapatan sungai sedang dan elevasi berada berkisar antara 500-1000 m dpl.
- **Morfologi Pedataran**
Satuan ini menempati bagian tengah, meliputi 16% dari daerah penyelidikan. Satuan ini terbentuk dari proses depresi akibat aktivitas sesar besar Sumatera yang mengakibatkan terbentuknya danau Singkarak. Lembah sungai lebar yang berbentuk “U”, lereng sungai datar hingga landai, umumnya dijumpai bentuk aliran sungai *maender*, hal ini menunjukkan tahapan erosi pada stadium lanjut. Satuan ini tersusun oleh endapan danau dan endapan sungai (alluvium) yang terdiri dari material lepas hasil rombakan batuan di bagian hulu sungai dengan bentuk fragmen membundar hingga membundar tanggung. Elevasi satuan ini berkisaran antara 400-500 m dpl.

2.1.3 Litologi dan Stratigrafi

Berdasarkan hasil penyelidikan di lapangan, jenis batuan di daerah survey dapat dikelompokkan ke 12 satuan batuan, yang terdiri dari dua satuan batuan malihan, satu satuan sedimen, dua satuan batuan terobosan, enam satuan batuan vulkanik, dan satu satuan endapan permukaan.

Urutan satuan batuan atau stratigrafi dari tua ke muda adalah satuan Meta Batugamping (PKg), Metamorf (TRm), Intrusi Granit (TRig), Intrusi Andesit (Tia), Vulkanik Tersier (Tvl), Endapan Danau (Qed), Lava Cubadak (QCl), Lava Gajah Dubalang (QGl), Aluvium (Qal).

Satuan Meta Batugamping (PKg). Satuan ini merupakan satuan paling tua yang tersingkap di sebelah Barat-Baratlaut dengan luas sebaran 11% dari luas daerah keseluruhan. Satuan batuan ini disusun oleh batu gamping yang telah termalihkan. Secara megaskopis batugamping berwarna abu-abu keputih-putihan, massif, banyak terdapat urat-urat kalsit dan terkekarkan kuat. Batuan asal dari batuan meta batugamping ini diperkirakan merupakan batugamping terumbu yang tercirikan oleh masih ditemukannya bentuk-bentuk cangkang fosi ataupun koral. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional, batuan ini merupakan anggota batugamping formasi Kuatan yang berumur Perm-Karbon (Silitonga dan Kastowo, 1995).

Satuan Metamorf (TRm) tersebar di sebelah Timur dengan luas sebaran 1% dari luas daerah keseluruhan. Satuan batuan ini terdiri dari batuan metamorf sejenis batu sabak. Batu sabak secara megaskopis berwarna abu-abu kecoklatan, *slaty cleavage*, dibentuk oleh mineral-mineral berupa kuarsa, feldspar, serisit, berbentuk hipidioblastik granural, berukuran halus. Batuan ini tersingkap setempat di bagian timur besar Sumatera yang kemudian diterobos oleh batuan granit yang umurnya lebih muda. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional, batuan ini merupakan anggota dan serpih formasi Tuhur yang berumur Trias (Silitonga dan Kastowo, 1995)

Satuan Intrusi Granit (TRig) tersebar luas di bagian Timur, dengan luas sebaran sekitar 16% dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri dari batuan beku

dengan dengan komposisi granit. Secara megaskopis granit berwarna putih kehitaman, tekstur faneritik, disusun oleh mineral feldspar, biotit dan hornblende. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional, batuan ini merupakan granit yang berumur Trias (Silitonga dan Kastowo, 1995).

Satuan Intrusi Andesit (Tia) tersebar setempat pada bagian Timur Sesar Sumatera, dengan luas kurang 1% dari luar daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri dari batuan beku dengan komposisi andesit. Secara megaskopis andesit berwarna abu-abu tua, tekstur afanitik, disusun oleh mineral plagiokas, biotit, piroksen dan hornblende, terkekar kuat. Menurut kesebandingan dengan peta geologi regional batuan ini merupakan andesit yang berumur Miosen Akhir (Silitonga dan Kastowo, 1995).

Satuan Vulkanik Tersier (Tvl) tersebar luas di sebelah Utara sampai Timurlaut, dengan luas sekitar 19% dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri dari breksi dan lava dengan komposisi andesitik-basaltik. Pengamatan megaskopis di lapangan, breksi berwarna abu-abu kecoklatan-kehitaman, disusun oleh fragmen batuan andesit, batu lempung, kuarsit, berukuran kerikil-kerakal bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, matriks tuf. Lava berwarna abu-abu kehitaman, tekstur porfiritik-afanitik, disusun oleh mineral plagioklas, biotit, piroksen, hornblende, terkekar kuat, terdapat sisipan tuf berwarna kecoklatan. Satuan batuan ini merupakan batuan vulkanik yang telah mengalami transportasi sehingga tidak diketahui sumbernya. Menurut hubungan relatif dengan satuan batuan lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Pliosen.

Satuan Endapan Danau (Qed) tersebar dibagian tengah dari Utara sampai Selatan dengan luas 10% dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri dari perseligan antara batulempung dengan batupasir dan konglomerat. Berdasarkan kedudukan dalam stratigrafi serta sejarah tektonik daerah ini, satuan ini terbentuk mengisi zona depresi akibat dari aktivitas tektonik sesar besar Sumatera dibagian lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Plistosen Awal.

Satuan Lava Tinjau Laut (QTI) tersingkap dibagian Baratdaya dengan luas sekitar 8 % dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri aliran lava dengan

komposisi andesitik-basaltik. Secara megaskopis lava berwarna abu-abu, tekstur porfiritik-afanitik, disusun oleh mineral plagioklas, biotit, dan hornblende pada massa dasar afanitik, terkekar. Satuan batuan ini merupakan lava produk Bukit Tinjau Laut yang merupakan aktivitas vulkanik kuartar pertama yang berkembang di daerah survey. Menurut hubungan relatif dengan satuan batuan lainnya, satuan batuan ini diperkirakan berumur Plistosen.

Satuan Aliran Piroklastik Tinjau Laut (QTap) tersebar luas dibagian Baratdaya sampai bagian tengah dan utara dengan luas 22% dari daerah keseluruhan. Batuan berkomposisi tuf berukuran debu (ash)-lapili, komposisi andesitik-dasitik, terdapat fragmen batuan obsidian dan pumice, sticky, setempat tersingkap batuan breksi. Secara megaskopis tuf nampak berwarna kuning-putih kecoklatan, disusun oleh gelas-gelas vulkanik dan kuarsa, terpilah sedang, kemas tertutup. Breksi berwarna abu-abu, disusun oleh fragmen batuan andesitik-dasitik, berukuran kerakal-bongkah, bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, matriks tuf. Satuan ini merupakan produk letusan dari Bukit Tinjau Laut yang menyebar berarah Baratdaya-Timurlaut. Menurut hubungan relatif dengan satuan batuan lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Plistosen menutupi satuan batuan lain dibawahnya.

Satuan Endapan Freatik (Qef) tersebar dibagian Barat dan Selatan dengan luas sebaran sekitar 3% dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri dari batuan piroklastik berukuran ash sampai lapili dengan fragmen-fragmen batuan andesitik-basaltik yang merupakan bagian dari tubuh vulkanik yang sudah terbentuk sebelumnya. Letusan freatik ini terjadi akibat adanya fluida hidrotermal yang terakumulasi dibawah permukaan yang memiliki tekanan yang lebih besar daripada tekanan beban yang sudah terbentuk sebelumnya dan memiliki kontak langsung dengan fluida hidrotermal tersebut, tidak berasal dari magma. Menurut hubungan relatif dengan satuan lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Plistosen menutupi satuan batuan lain yang lebih tua.

Satuan Lava Gajah Dubalang (QGI) tersebar dibagian Barat dengan luas sekitar 1% dari luas daerah keseluruhan. Satuan ini terdiri lava dengan komposisi andesitik-dasitik. Secara megaskopis lava berwarna abu-abu kecoklatan, tekstur

porfiritik, disusun oleh mineral plagioklas, hornblende, dan biotit pada massa dasar afanitik. Satuan batuan ini merupakan lava produk bukit Gajah Dubalang yang membentuk bentuk morfologi kerucut bukit Gajah Dubalang. Menurut hubungan relatif dengan satuan batuan lainnya, satuan ini diperkirakan berumur Plistosen.

Satuan Lava Cubadak (QCI) tersingkap setempat dibagian Barat dengan luas sebaran kurang dari 1% dari luas daerah survey. Satuan ini terdiri dari lava dengan komposisi andesit-dasitik. Secara megaskopis lava berwarna abu-abu keputihan, tekstur porfiritik, disusun oleh mineral plagioklas, hornblende, dan biotit pada massa dasar afanitik. Satuan batuan ini merupakan lava prosuk bukit Cubadak yang membentuk bentuk morfologi kerucut bukit Cubadak yang diperkirakan merupakan produk vulkanik termuda yang terbentuk didaerah survey. Dari hasil pentarikan (*dating*) menggunakan metode jejak belah (*fission track*) menunjukkan bahwa umur satuan ini adalah Pliosen.

Aluvium (Qa) merupakan endapan bentuk sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya. Endapan terdiri dari material lepas berupa lempung, pasir, bongkahan andesit, basalt, granit, dan batugamping. Penyebaran di bagian tengah daerah survey sepanjang zona depresi pada tepian sungai Batang Solok yang secara keseluruhan menempati areal sekitar 7% dari luas daerah survey. Proses pengendapan material-material tersebut masih berlangsung sampai sekarang (Tim Survei Terpadu, 2010).

2.2 Struktur Geologi

Suatu sistem panas bumi sangat berkaitan dengan retakan ataupun rekahan yang merupakan jalan bagi fluida panas bumi untuk bergerak ke permukaan. Retakan atau rekahan ini bisa berupa struktur-struktur geologi yang berasosiasi dengan kelurusan pada foto udara.

Struktur geologi didominasi oleh struktur-struktur sesar berarah relatif Baratlaut-Tenggara yang merupakan bagian dari sesar besar Sumatera dan sesar berarah

Baratdaya-Timurlaut. Struktur sesar ini diperkirakan yang memfasilitasi keluarnya sejumlah mata air panas dilokasi survei.

Berdasarkan hasil penyelidikan di lapangan, analisis peta DEM, peta topografi, serta gejala-gejala struktur di permukaan seperti pemunculan air panas, kelurusan lembah dan punggung, kekar-kekar, bidang sesar dan zona hancuran batuan, maka di daerah survei teramati beberapa struktur (Tim Survei Terpadu, 2010) yaitu:

1) Rim kaldera dan rim kawah

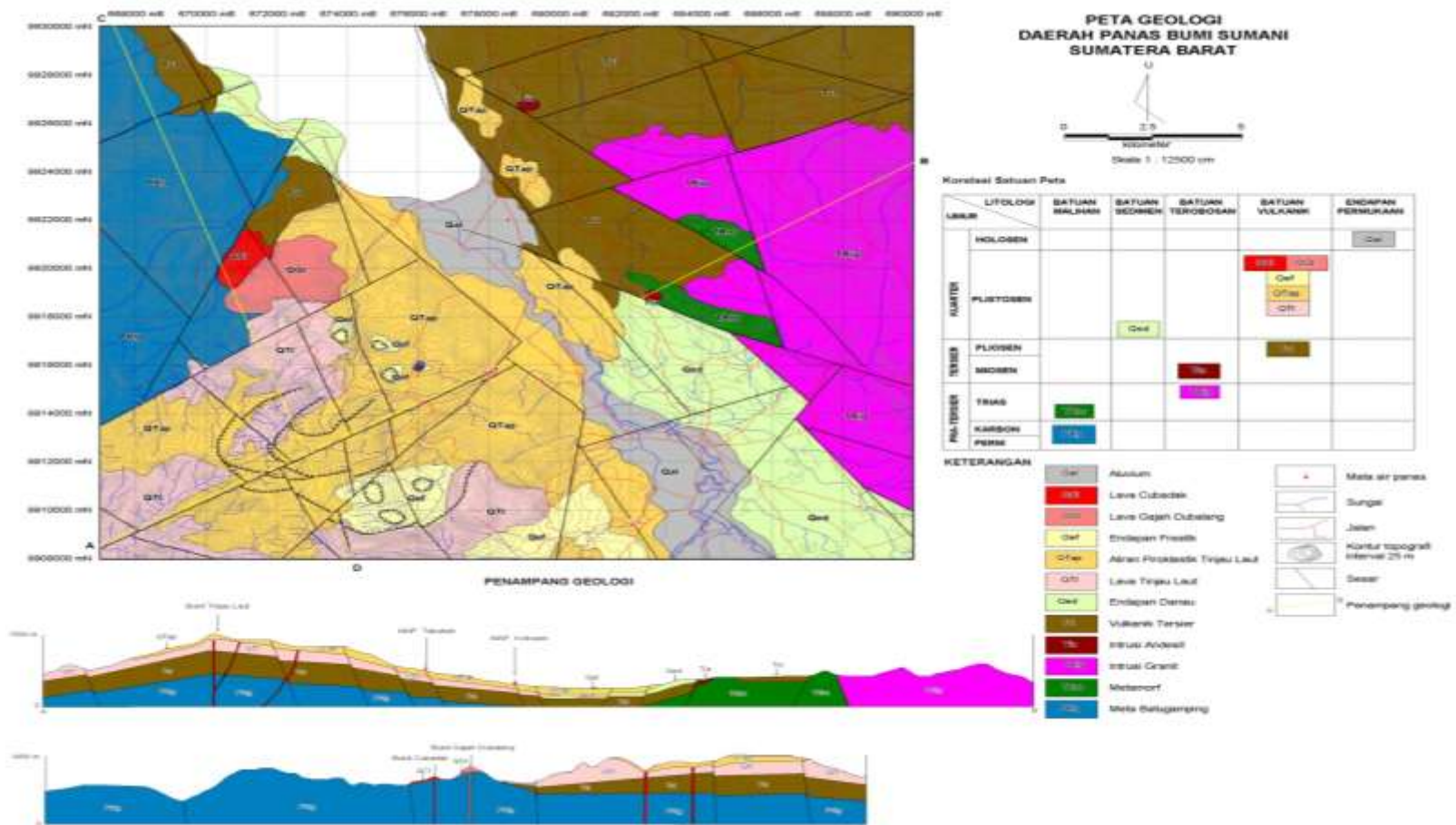
Terdapat tiga buah rim kaldera dan delapan buah rim kawah yang terbentuk, yaitu tiga rim kaldera dan satu rim kawah akibat erupsi bukit Tinjau Laut, dan tujuh rim kawah akibat erupsi freatik. Rim kaldera pada umumnya membuka kearah Timurlaut searah dengan pola umum erupsi.

2) Struktur sesar Baratlaut-Tenggara

Struktur sesar berarah Baratlaut-Tenggara ini merupakan zona dari sesar besar Sumatera yang secara regional berjenis sesar mendatar *dextral*, sedangkan di daerah survei berjenis sesar *oblique*. Sesar ini mempunyai pola sesar menangga yang membentuk zona depresi dibagian tengah daerah survei.

3) Struktur sesar berarah Baratdaya-Timurlaut

Struktur sesar berarah Baratdaya-Timurlaut ini merupakan struktur sekunder yang terbentuk setelah struktur berarah Baratlaut-Tenggara terbentuk sehingga mengakibatkan pergeseran pada batuan dan struktur yang sudah terbentuk sebelumnya. Manifestasi panas bumi yang muncul di daerah survey pada umumnya berda di zona perpotongan antara sesar berarah Baratlaut-Tenggara dan sesar berarah Baratdaya-Timurlaut.

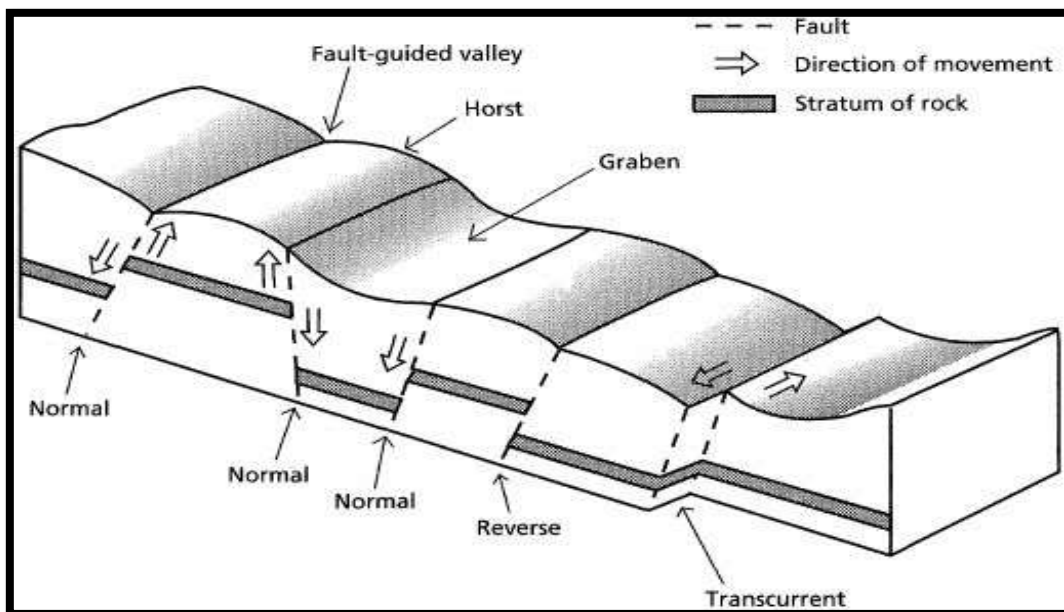


Gambar 2. Peta Geologi daerah panas bumi Sumani Sumatera Barat (PSDG, 2010).

2.3 Struktur Patahan

Patahan (*fault*) adalah rekahan pada massa batuan yang telah memperlihatkan gejala pergeseran pada kedua belah sisi bidang rekahan. Struktur patahan terbentuk apabila tekanan cukup kuat sehingga tidak dapat dinetralisasi oleh sifat plastis batuan. Dalam klasifikasi patahan dipergunakan pergeseran relatif, karena tidak tahu blok mana yang bergerak; satu sisi patahan bergerak ke arah tertentu relatif terhadap sisi lainnya. Pergeseran salah satu sisi melalui bidang patahan membuat salah satu blok relatif naik atau turun terhadap lainnya (Simpson, 1968).

Terdapat dua unsur pada patahan, yaitu *hanging wall* (atap patahan) dan *foot wall* (alas patahan). Bidang patahan terbentuk akibat adanya rekahan yang mengalami pergeseran. Berdasar kinematikanya, secara garis besar dibedakan menjadi patahan turun, patahan naik, dan patahan geser. Patahan yang dimaksud adalah pergeseran yang disebabkan oleh gaya tektonik.



Gambar 3. Jenis-jenis patahan pada satuan batuan (Simpson, 1968).

Berdasarkan arah gerakan batuan di sepanjang bidang patahan dikenal lima tipe-tipe patahan, yaitu *normal fault*, *reversa fault*, *strike-slip fault*, *oblique-slip fault*, dan *rotation fault*. (Ramsay-Huber, 1987).

- ***Normal Fault***

Normal Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya mengikuti arah gaya berat, yaitu ke bawah sepanjang bidang patahan.

- ***Revers Fault***

Reversa Fault adalah Patahan yang arah gerak blok batuan nya berlawanan dengan arah gerak normal fault, yaitu mengarah ke atas.

- ***Strike-slip Fault***

Strike-slip Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya mendatar sepanjang bidang patahan.

- ***Oblique-slip Fault***

Oblique-Slip Fault adalah Patahan yang arah gerak blok batuan nya saling menjauhi dalam arah mendatar atau arah lain sehingga membentuk jurang yang lebar.

- ***Rotation Fault***

Rotational Fault adalah patahan yang arah gerak blok batuan nya memutar bidang patahan.

2.4 Sistem Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk air panas atau uap pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Daerah panas bumi (*geothermal area*) atau medan panas bumi (*geothermal field*) adalah daerah di permukaan bumi dalam batas tertentu dimana terdapat energi panas bumi dalam suatu kondisi hidrologi batuan tertentu. Sedangkan sistem panas bumi adalah terminologi yang digunakan untuk berbagai hal tentang sistem air dan batuan dalam temperatur tinggi di laboratorium atau lapangan (Santoso, 2004).

Komponen utama pembentuk suatu sistem panas bumi (Dwikorianto, 2006) adalah:

1. Sumber Panas (*Heat Source*)

Gunung api merupakan sumber panas potensial dari suatu sistem panas bumi, sehingga daerah yang berada di jalur gunung api akan berpotensi besar memiliki sistem panasbumi temperatur tinggi. Itulah sebabnya Indonesia yang terletak pada jalur cincin api (*ring of fire*) diklaim memiliki potensi panas bumi atau *geothermal* terbesar di dunia.

2. Batuan Reservoir (*Permeable Rock*)

Reservoir panas bumi adalah formasi batuan dibawah permukaan yang mampu menyimpan dan mengalirkan *fluida thermal* (uap dan atau air panas). Reservoir lazimnya merupakan batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik. Porositas berfungsi menyimpan fluida termal sedangkan permeabilitas berperan dalam mengalirkan fluida termal. Harus diketahui disini bahwa permeabilitas setiap batuan berbeda-beda.

3. Batuan Penudung (*Cap Rock*)

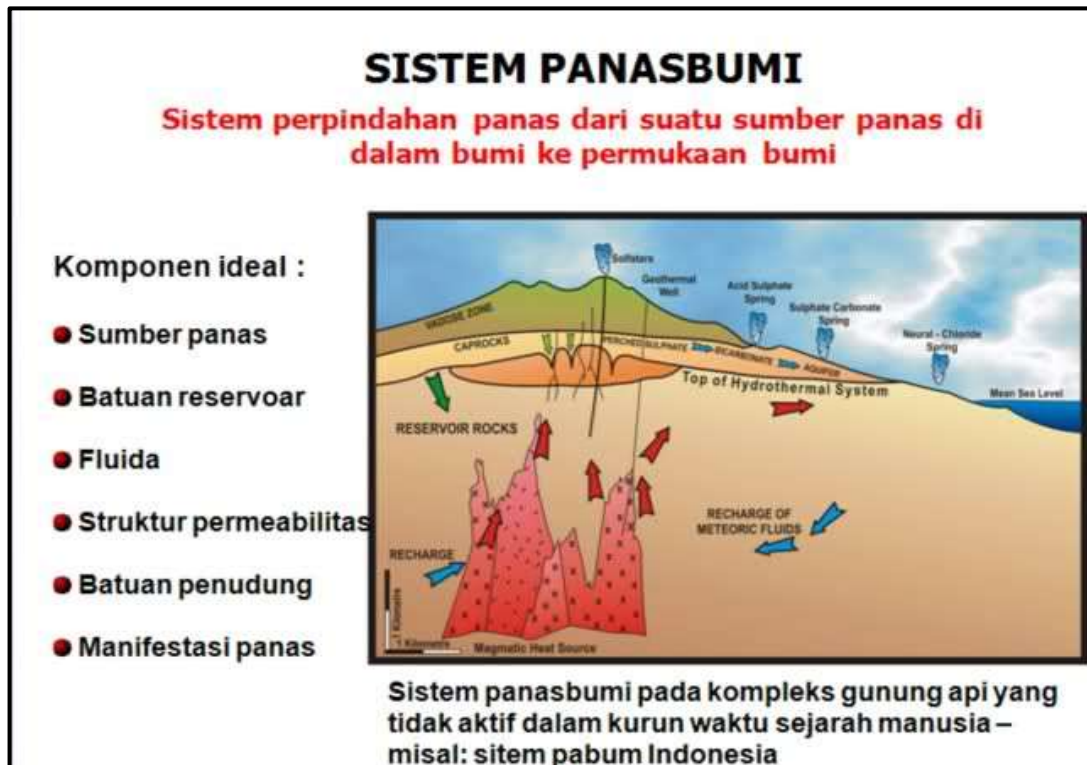
Lapisan batuan di bagian atas dari reservoir dinamakan batuan penudung (*cap rock*) yang bersifat impermeabel atau teramat sulit ditembus oleh fluida. Lapisan penudung ini biasanya berupa batuan lempung karena batuan lempung ini mampu mengikat air, tetapi sulit untuk meloloskannya (*swelling*).

4. Aliran Fluida (*Fluida Circulation*)

Daerah resapan merupakan daerah dimana arah aliran air tanah di tempat tersebut bergerak menjauhi muka tanah sehingga dengan kata lain, air tanah di daerah resapan bergerak menuju ke bawah permukaan bumi.

5. Manifestasi Air Panas

Manifestasi yang nampak di permukaan berupa mata air panas.



Gambar 4. Skema sebuah sistem geothermal yang ideal (Dickson, 2004).

Eksplorasi panas bumi di daerah Sumani menggunakan metoda gaya berat untuk mengetahui keadaan bawah permukaan, melihat nilai densitas yang kemudian dapat dijadikan acuan untuk mencari reservoir dari manifestasi mata air panas yang tersebar di daerah penelitian. Daerah eksplorasi melingkupi area seluas 22x23 km² dengan pola sebaran titik pengukuran sebanyak 262 titik, sebagian berbentuk grid dan sebagian lagi random atau acak.