

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang berpotensi penghasil panas bumi yang diperkirakan mencapai 40% dari total panas bumi yang ada di dunia, namun hanya 3% dari potensi tersebut yang baru dimanfaatkan. Tidak sedikit daerah dengan potensi panas bumi yang belum diteliti yang mengakibatkan kurangnya informasi tentang panas bumi di ruang lingkup daerah tersebut. sistem panas bumi terdiri atas sumber panas, batuan penudung, *reservoir*, fluida panas, daerah resapan dan adanya struktur geologi seperti sesar maupun patahan yang berpotensi menyebabkan adanya manifestasi panas bumi muncul ke permukaan (Saptadji, 2009). Beberapa manifestasi panas bumi yaitu tanah panas, geyser, fumarole, uap panas, sinter silika serta mata air panas. Manifestasi panas bumi dipermukaan terjadi karena adanya perambatan panas di bawah permukaan atau adanya rekahan yang memungkinkan fluida panas bumi mengalir ke permukaan (Tutu *et al*, 2015).

Wisata pemandian air panas di Desa Pematang Buluh Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat berdiri sejak 4 November 2012 yang bermula dari pembangunan sumur bor dengan kedalaman 260 meter dengan suhu 45°C Air panas yang terletak di Desa Pematang Buluh ini memberikan manfaat bagi masyarakat sebagai penggerak ekonomi dengan memanfaatkan sumur air panas sebagai wisata pemandian air panas. Secara umum, Desa Pematang Buluh bukan merupakan daerah dengan jejak magmatisme sebagai indikasi sumber panas, namun terdapat beberapa titik sumur migas yang diduga menjadi penyebab munculnya air panas di daerah tersebut (Winarsih, 2014).

Tanda tanda yang mencirikan adanya panas bumi biasa disebut manifestasi. Manifestasi panas bumi naik ke permukaan ditandai dengan adanya rekahan kerak bumi dan dorongan temperatur bawah permukaan yang tinggi. Ada tiga faktor yang mempengaruhi sumber panas bumi diantaranya sumber panas (*heat source*), air permukaan (*meteoric water*) serta batuan waduk (*reservoir*). Munculnya uap air dan air panas ke permukaan disebabkan oleh rekahan maupun sesar (Winarsih, 2014).

Geothermal atau Panas bumi merupakan suatu sumber daya alam yang berupa uap maupun air panas yang terbentuk dari pemanasan air bawah permukaan oleh batuan panas di dalam reservoir bumi. Uap air atau air panas akan naik kepermukaan karena adanya konveksi arus melalui rekahan atau zona lemah pada batuan sehingga muncul kepermukaan sebagai manifestasi panas bumi (Suparno, 2009).

Penelitian metode geofisika perlu dilakukan untuk mempelajari struktur bawah permukaan meliputi kondisi bawah permukaan dan apakah terdapat struktur pada daerah air panas Desa Pematang Buluh karena masih sedikit penelitian menggunakan metode geofisika di daerah tersebut. Untuk mendeteksi karakteristik batuan dapat digunakan metode geolistrik resistivitas dimana metode ini mampu menginterpretasikan keadaan bawah permukaan. Metode geolistrik didefinisikan sebagai metode yang digunakan untuk mempelajari sifat kelistrikan batuan yang berada dibawah permukaan. Konfigurasi Dipole – dipole merupakan konfigurasi yang digunakan dengan tujuan hasil dari gambaran bawah permukaan yang didapatkan relatif lebih baik dalam metode sounding lainnya. Pada system panas bumi, harga tahanan jenis akan bervariasi sehingga dapat menunjukkan adanya zona yang bersifat konduktif atau adanya struktur yang mengontrol keluarnya manifestasi (Loke, 1995)

Munculnya air panas di desa pematang buluh akibat adanya pemboran sumur memicu dilakukannya penelitian untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah manifestasi air panas. Hal ini didasari karena manifestasi panas bumi pada daerah ini tidak muncul dengan sendirinya melainkan dilakukan pengeboran terlebih dahulu sehingga penulis tertarik ingin melakukan penelitian di Desa Pematang Buluh Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat menggunakan metode Geolistrik Konfigurasi dipole – dipole dengan judul **“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Manifestasi Panas bumi di Desa Pematang Buluh Menggunakan Metode Geolistrik konfigurasi dipole dipole”** untuk menambah wawasan masyarakat dan sebagai informasi dalam penelitian tentang manifestasi panas bumi selanjutnya.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Daerah objek wisata pemandian air panas desa pematang buluh kecamatan betara bukan merupakan jalur vulkanis namun ditemukan air panas yang menandakan adanya sistem panas bumi di bawah permukaan yang dapat diidentifikasi masalahnya sebagai berikut.

1. Bagaimana model Resistivitas yang menggambarkan kondisi bawah permukaan daerah air panas desa pematang buluh?
2. Bagaimana struktur bawah permukaan wisata air panas di Desa Pematang Buluh?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana model resistivitas yang menggambarkan kondisi bawah permukaan daerah air panas di Desa Pematang Buluh.

2. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan pada daerah pemandian air panas di Desa Pematang Buluh.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai hasil pengukuran, pengolahan dan interpretasi data berdasarkan nilai sebaran tahanan jenis batuan bawah permukaan di daerah penelitian.
2. Memberikan informasi struktur bawah permukaan manifestasi panas bumi untuk acuan penelitian lanjutan tentang manifestasi panas bumi di daerah penelitian.
3. Memberikan gambaran informasi atau referensi serta pengetahuan baru kepada pihak pembaca maupun peneliti lain dalam hal pengembangan penelitian selanjutnya di wilayah tersebut.
4. Memberikan informasi yang bermanfaat bagi penelitian menggunakan metode geolistrik untuk data pendukung dalam studi awal penelitian manifestasi panas bumi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Koyong *et al* (2017) melakukan penelitian tentang pemanfaatan metode geolistrik konfigurasi dipole - dipole untuk investigasi sumber air panas di Kelurahan Paniki Bawah Minahasa Utara. Menggunakan metode konfigurasi dipole dipole dengan spasi yang berbeda pada 5 lintasan. Pada lintasan 1 dengan Panjang lintasan 480 meter dengan jarak antar elektroda sepanjang 10 meter. Untuk lintasan 2 dan 3 memiliki jarak antar elektroda sepanjang 5 meter dan Panjang lintasan 240 meter. Lintasan 4 memiliki jarak antar elektroda 10 meter dan Panjang lintasan 240 meter. Lintasan terakhir memiliki jarak antara elektroda 5 meter dengan Panjang lintasan 120 meter. Hasil penelitian ini yaitu tiap tiap lintasan menunjukkan adanya zona zona lemah dengan nilai resistivitas $<10 \Omega m$ yang dapat diartikan lapisan air panas dan pada nilai resistivitas $>100 \Omega m$ dapat diindikasikan sebagai batuan penghantar panas.

Penelitian selanjutnya yaitu dari saudara Putra *et al* (2021) yaitu mengidentifikasi litologi bawah permukaan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole dipole di wisata hapanasan Desa Pawan Kabupaten Rokan Hulu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa litologi batuan dibawah permukaan objek wisata air panas Pawan. Terdiri dari 2 Lintasan dengan masing – masing panjangnya 104 m yang resistivitas batumannya sekitar 30,7 – 149 Ωm yang dapat diidentifikasi menjadi akumulasi air yang berada diantara lapisan lempung dengan kedalaman 0.7 – 8.71 meter. Pada lapisan kedua resistivitas antara 328 – 722 Ωm dengan kedalaman 0.6 – 10.8 meter teridentifikasi sebagai pasir. Sedangkan pada lapisan ketiga resistivitas berkisar 1500 -7713 Ωm dengan kedalaman 0.7 – 15.7 meter diidentifikasi sebagai batu pasir. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa konfigurasi dipole dipole metode geolistrik dapat diterapkan untuk mengidentifikasikan litologi bawah permukaan di daerah prospek panas bumi.

Penelitian selanjutnya yaitu oleh Istigfaroh *et al* (2013) yaitu mengidentifikasi jenis batuan bawah permukaan daerah sumber air panas dengan menggunakan metode geolistrik yang bertempat di Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai resistivitas batuan dan struktur lapisan batuan bawah permukaan dan mempelajari sebaran pola aliran fluida panas. Penelitian ini menggunakan konfigurasi dipole dipole dengan 4 titik lintasan, dimana pada 4 lintasan ini pada lintasan 1 dan 4 dengan Panjang lintasan 200 m, lintasan 2 dengan Panjang lintasan 150 m dan pada lintasan 3 dengan Panjang lintasan 100 m. Setelah dilakukan pengolahan 2D nilai resistivitasnya berkisar antara 0.80 Ωm

– 14245 Ωm , pada lintasan 1 dengan kedalaman 29 m dan lintasan 4 memiliki kedalaman 23 m memiliki litologi yang sama berupa lempung, pasir, breksi vulkanik, tuff, lava dan basal. Sedangkan untuk lintasan 2 dengan kedalaman 30.5 m dan 3 dengan kedalaman 23 m memiliki litologi batuan yang sama berupa lempung, pasir breksi vulkanik dan tuff.

.Penelitian selanjutnya oleh Farihanum, A (2021) yang bertujuan untuk mengetahui litologi bawah permukaan serta struktur bawah permukaan daerah sekitar pemandian air panas pada Desa Panungkiran dengan metode Geolistrik. Penelitian ini dilakukan di desa Panungkiran, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara menggunakan metoda Geolistrik konfigurasi Wenner dengan 1 lintasan sepanjang 90 meter dengan tujuan untuk mengetahui litologi dan struktur bawah permukaan sekitar pemandian air panas. didapatkan hasil berupa nilai resistivitas dengan rentang 34,0 – 3188 Ωmeter . Lapisan dengan nilai resistivitas 34,0 – 65,1 Ωmeter diinterpretasikan sebagai tanah penutup, batu pasir dengan nilai resistivitas 65,1 – 125 Ωmeter , batu gamping *travertine* lapuk dengan nilai resistivitas 125 – 456 Ωmeter serta batu gamping *travertine* segar dengan nilai resistivitas 456 – 3188 Ωm . Berdasarkan hasil analisis data geolistrik memperlihatkan adanya struktur gua dibawah permukaan yang ditandai adanya anomali dengan nilai resistivitas >3188 Ωm yang berada pada kedalaman 6.38 – 12.4 meter dengan diameter 25 meter yang didukung oleh data geologi sekitar daerah penelitian yang terdapat banyak gua gua pada batu gamping yang ukurannya bervariasi. Berdasarkan kondisi geologi daerah penelitian tidak dijumpai adanya sesar.

Penelitian selanjutnya oleh Barkah (2020) tentang identifikasi litologi pola aliran panas bumi yang bertempat di Kabupaten Empat Lawang Kecamatan Pasemar Air Keruh Desa Air Klinsar. Penelitian ini menggunakan metoda geolistrik konfigurasi *wenner* dan *schlumberger* 1D. teridentifikasi adanya 3 jenis batuan yang teralterasi oleh panas bumi yaitu batuan tuff dengan nilai resistivitas 0 – 50 Ωm dan batuan tuff breksi dengan nilai resistivitas 50 – 200 Ωm serta breksi gunung api dengan nilai resistivitas 200 – 10^4 Ωm . Naiknya fluida panas bumi kedalaman terakhir dari 525 meter hingga ke permukaan 75 m terdapat perpindahan panas dari suhu tinggi hingga suhu relatif rendah dan naiknya panas bumi melewati patahan atau rekahan pada daerah manifestasi panas bumi.

Penelitian selanjutnya oleh ilyas *et al* (2017) yang bertujuan untuk mengetahui litologi yang mencakup struktur, jenis batuan dan ketebalan lapisan batuan yang ada dibawah permukaan daerah panas bumi Desa Galung Kabupaten Barru. Penelitian ini menggunakan metoda geolistrik konfigurasi

wenner schlumberger dengan 3 lintasan dan panjang masing – masing lintasan 105 meter. Berdasarkan Hasil pengolahan data dari 3 lintasan yang telah diperoleh, daerah penelitian terdapat tiga litologi yaitu tanah berpasir dengan nilai resistivitas berkisar antara 0,095 – 4,05 Ω m dengan ketebalan 1 – 12 meter, kemudian batupasir tufaan dengan nilai resistivitas berkisar antara 4,05 – 39,7 Ω m dengan ketebalan 10 – 14 m serta batuan breksi gunung api dengan nilai resistivitas 39,7 – 547 Ω m dengan ketebalan 5 – 15 meter. Batuan ini diduga merupakan batuan penudung pada daerah sumber air panas Kalompie karena sifatnya yang sulit meloloskan air (*impermeable*).

Penelitian selanjutnya oleh saudara Andreas (2021) mengidentifikasi zona *outflow* pada sistem panas bumi di daerah geragai menggunakan geolistrik 2D dengan tujuan agar diketahui penyebab munculnya manifestasi panas bumi di daerah tersebut dikarenakan daerah geragai bukan merupakan daerah vulkanik. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole – dipole dengan jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan dengan Panjang lintasan sepanjang 240 meter dan kedalaman >40 meter. Pada lintasan 1 didapatkan nilai resistivitas 0,503 – 2,61 Ω m dimana lintasan ini memotong 3 titik sumber manifestasi air panas. Didapatkan nilai resistivitas sebesar 3 – 13,5 Ω m yaitu batu pasir yang merupakan lapisan yang mampu meloloskan air sehingga lapisan ini dapat meloloskan air panas hingga ke permukaan daerah penelitian. Dan pada lapisan dengan nilai resistivitas tinggi 20 – 168 Ω m yang merupakan lapisan tufa vulkanik. Pada lintasan 2 didapatkan nilai resistivitas yang berkisar antara 0 hingga <189 Ω m. Didapatkan air panas dengan resistivitas 1,43 – 5,79 Ω m pada kedalaman 7 – 26 m.. Lapisan pasir inilah yang membawa air panas ke permukaan dikarenakan memiliki sifat dapat meloloskan air. Kemudian didapatkan laisan tufa vulkanik dengan nilai resistivitas 35 hingga > 245 Ω m. Diduga karena adanya patahan yang terletak disebelah air panas membuat fluida panas yang berada dibawah permukaan naik dan terakumulasi di kedalaman 7 – 25.5 m. berdasarkan nilai resistivitas yang telah diperoleh dan telah di interpretasikan, air panas terdapat di kedalaman 2 – 38 m dibawah permukaan serta diduga penyebab adanya air panas pada daerah penelitian akibat adanya aktivitas tektonik berupa patahan/sesar dibawah permukaan karena gaya konvergen atau trkanan dari zona subduksi yang menujam kebawah lempeng benua. Hal ini dikarenakan tidak terdapat sistem vulkanik pada daerah penelitian.

Arafat *et al* (2020) dalam penelitiannya tentang analisis ketebalan batuan penudung sistem panas bumi non-vulkanik berdasarkan metode magnetotelurik dengan 25 titik lintasan yang berjarak rata – rata 7 km, menyimpulkan bahwa

daerah panas bumi non-vulkanik memiliki batuan penudung lebih tipis dan nilai tahanan jenis yang cukup tinggi dibandingkan panas bumi vulkanik yaitu mencapai 50 Ωm . Batuan penudung pada daerah panas bumi non vulkanik merupakan hasil alterasi dari batuan reservoir dimasa lampau ditandai dengan nilai tahanan jenis dari sistem non vulkanik yang cenderung mirip dengan nilai reservoir sistem vulkanik yang berada pada 500 – 1000 m.

Agnis (2014) dalam penelitiannya tentang identifikasi struktur bawah permukaan area manifestasi panas bumi air panas paguyungan brebes menggunakan metode geolistrik konfigurasi schlumberger menyimpulkan berdasarkan pemodelan menggunakan tahanan jenis dari metode geolistrik dengan konfigurasi schlumberger diperoleh struktur yang menyebabkan keluarnya manifestasi panas bumi yang berasal dari adanya struktur sesar naik. Litologi batuan pada daerah penelitian yang dapat diidentifikasi berupa topsoil dengan tahanan jenis 9,91-114 Ωm kemudian serpih dengan tahanan jenis 45,1-107 Ωm pada kedalaman 3,5 – 4 m. Litologi tersebut tersusun berselingan karena proses sedimentasi berulang. Batu pasir yang terdapat pada formasi batuan daerah penelitian berperan sebagai lapisan batuan yang mampu meloloskan air atau lapisan *permeable*.

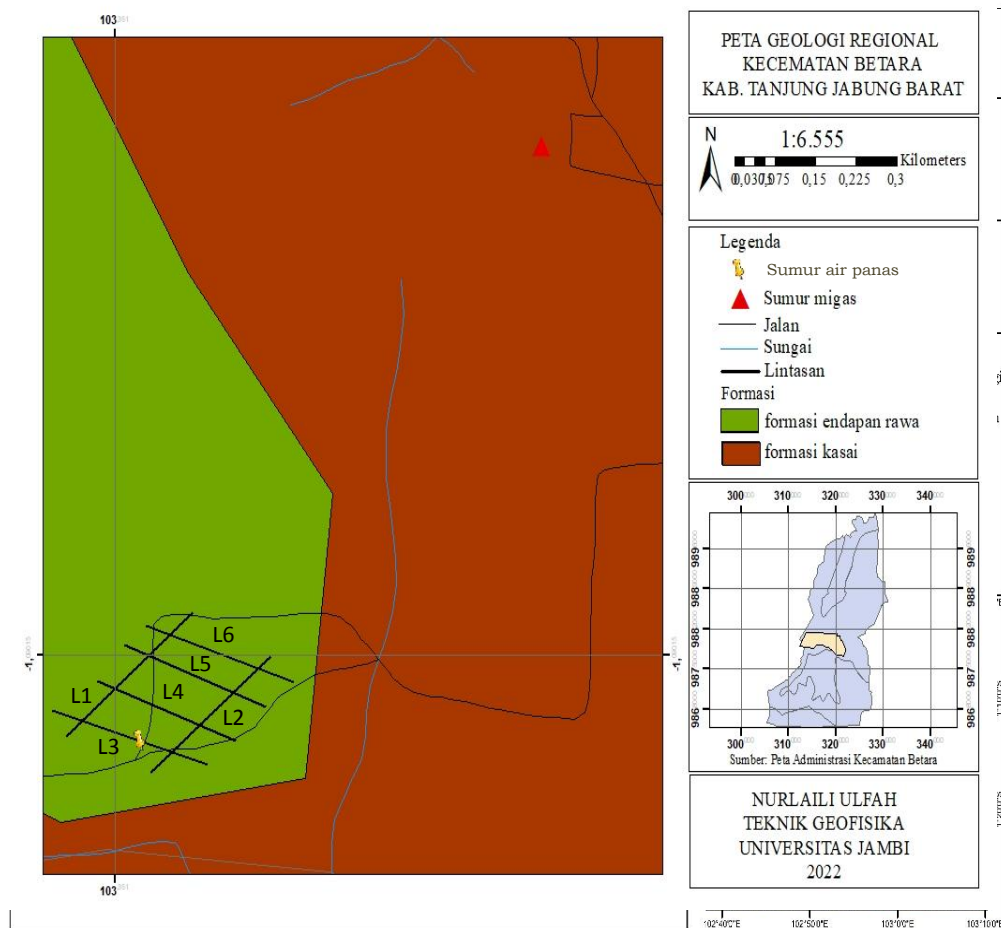
Febriani *et al* (2020) dalam penelitiannya yang berjudul Interpretasi Energi Panas Bumi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole – Dipole di Desa Pawan, Kabupaten Rokan Hulu. Penelitian ini terletak di cekungan busur belakang Sumatera yang berpotensi yang ditunjukkan oleh munculnya mata air panas. Panjang lintasan bervariasi antara 78 – 108 m karena lokasi penelitian terdapat banyak bangunan yang menjadi tempat wisata. Hasil interpretasi mendeteksi adanya sesar yang permeabilitasnya tinggi sebagai reservoir pada sistem panas bumi. Terdapat rekahan yang terbentuk cukup lebar yang memanjang secara vertikal, yang membawa air tanah turun hingga ke batuan panas (*hot rock*). Terdapat batuan penyusun seperti batuan sedimen, lanau, *clastic*, dan batupasir. Sebaran manifestasi air panas berada pada kedalaman 2,61 – 5,12 m dengan resistivitas 2,6 – 18 Ωm .

2.2 Geologi Regional

Lokasi penelitian berada di Desa Pematang Buluh, Kecamatan Betara, Kabupaten tanjung jabung barat yang terletak pada koordinat 0°59'60" Lintang Selatan dan 103°0'00" Bujur Timur. Topografi Kabupaten Tanjung Jabung Barat bervariasi dari ketinggian 0 mdpl dibagian timur sampai pada ketinggian diatas 500mdpl yang morfologinya semakin tinggi kearah bagian barat yang merupakan Kawasan Taman Nasional Bukit Tiga Puluh (TNBT) yang berbatasan dengan Kabupaten Tebo dan Provinsi Riau. Dataran rendah dengan ketinggian

berkisar 0 – 25 mdpl dan struktur tanahnya Sebagian besar merupakan tanah gambut yang dipengaruhi oleh pasang/surut air laut. Kecamatan Betara merupakan Kecamatan dengan topografi/ ketinggian 0 – 25 mdpl dikategorikan sebagai dataran rendah. (Topografi, 2021).

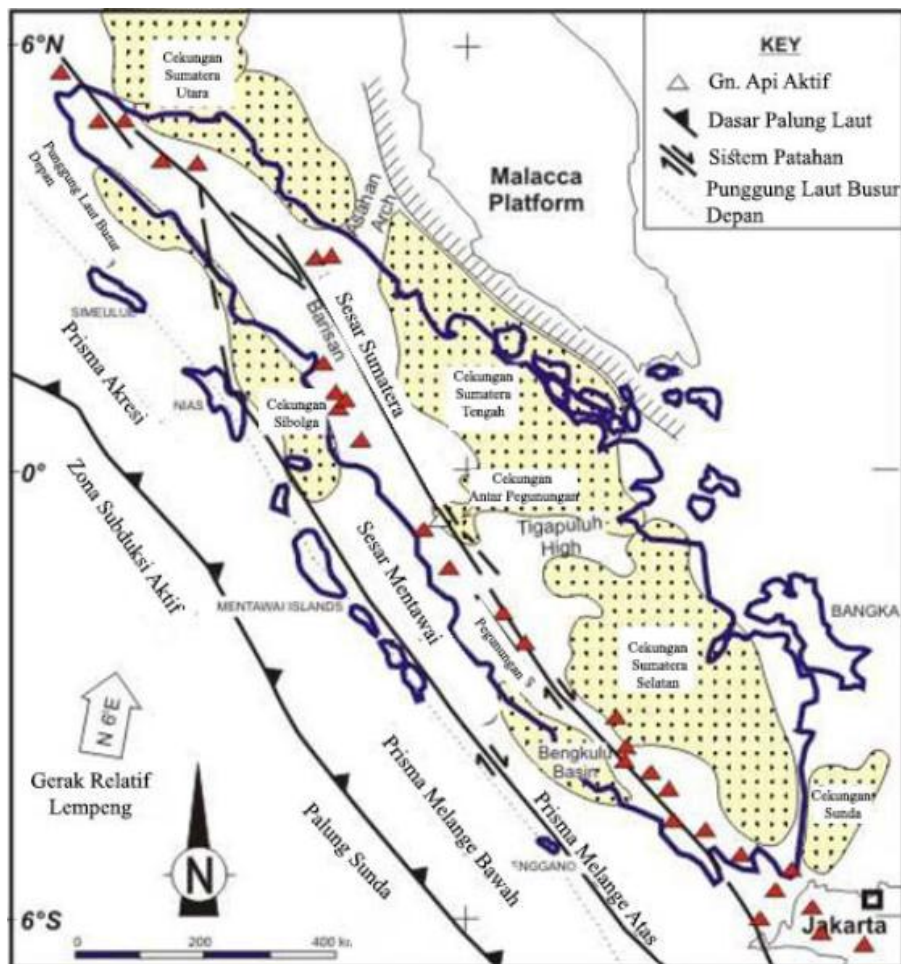
Berdasarkan Peta Geologi Regional Desa Pematang Buluh Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada **Gambar 1** yang bersumber dari peta geologi lembar jambi (Simandjuntak et al., 1994),terdapat dua formasi yaitu Endapan rawa (Qs) dan formasi kasai (Qtk) yang berumur kuartar. Berdasarkan Peta Geologi Regional Desa Pematang Buluh Kecamatan Betara Kabupaten Tanjung Jabung Barat pada **Gambar 1**. yang bersumber dari peta geologi lembar Muarabungo terdapat dua formasi yaitu Endapan rawa dan formasi Kasai. Formasi Geologi merupakan satuan litostratigrasi yang terdiri dari lapisan batuan yang mempunyai kesamaan karakteristik, diantaranya jenis batu, fasies maupun sifat lainnya



Gambar 1. Peta Geologi Regional Desa Pematang Buluh

2.3 Tataan Tektonik

Pulau Sumatera merupakan bagian dari lempeng Eurasia yang bergerak dan berinteraksi secara konvergen dengan lempeng Indo-Australia. Zona pertemuan antar lempeng tersebut membentuk palung yang dikenal sebagai zona tumbukan atau zona subduksi. Palung tersebut mengakomodasi pergerakan ke arah utara dari lempeng Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia. Aktivitas lempeng Indo-Australia dan Eurasia pada zona subduksi tersebut sering menimbulkan gempa sehingga Pulau Sumatera dianggap sebagai salah satu wilayah tektonik aktif di dunia (McCaffrey, 2009).



Gambar 2. Tektonik Pulau Sumatera (Darman dan Sidi, 2000)

Cekungan Sumatera Selatan **Gambar 2.** merupakan suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penujaman lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam. Zona penujaman lempeng meliputi daerah sebelah barat Pulau Sumatera dan selatan Pulau Jawa. Beberapa lempeng kecil yang berada di antara zona interaksi tersebut turut bergerak dan menghasilkan zona konvergensi dalam berbagai bentuk dan era (Aulia dan Heidrick, 1993).

Secara umum Provinsi Jambi terletak di tengah pulau Sumatera yang terbentang dari arah barat sampai ke timur dengan kondisi topografi yang cukup bervariasi mulai dari ketinggian 0 mdpl pada bagian timur hingga diatas 1.000 mdpl kearah barat. Morfologi yang lahannya semakin tinggi pada bagian barat yang merupakan Kawasan pegunungan Bukit barisan dan berbatasan dengan Provinsi Bengkulu dan Sumatera Barat.

2.4 Stratigrafi Regional

Menurut Simandjuntak (1991) Stratigrafi regional Lembar Muarabungo terbagi menjadi tiga umur batuan yaitu urutan pra-Tersier, Tersier dan Kuartar. Daerah penelitian termasuk kedalam urutan Kuartar yang berumur holosen.

Tabel 1. Stratigrafi Daerah Penelitian (Simandjuntak, 1991)

MAS A	UMUR		STRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN		LITOLOGI BATUAN
	ZAMAN	KALA	SIMBOL LITOLOGI	SATUAN BATUAN	
K E N O Z O I K U M	Kuartar	Holosen	Qs	Endapan rawa	Lanau lumpur, lempung dan sisa tumbuhan
			Qt	Unduk sungai	Bongkah, kerakal, kerikil dan pasir, tebalnya sampai 50 m.
		Plistosen	Qpb	Formasi Bukitpunj ung	Breksi gunungapi, tuf dan lava, yang bersusunan asam sampai menengah, abu – abu tua sampai kecoklatan, tebal lebih dari 150 m.
			Qtk	Formasi kasai	Tuf berbutir halus hingga kasar dan tuf pasiran dengan lensa rudit mengandung kepingan batuapung dan tuf, berwarna abu – abu, abu abu kekuningan, banyak dijumpai sisa tumbuhan, lapisan tipis lignit dan kayu terkersikkan, tebal

sekitar 400 m.

Endapan Rawa

Endapan rawa (Qs) juga ditemukan pada daerah penelitian terdiri dari pasir, lanau, lempung, lumpur, dan gambut.

Formasi Bukitpunjung (Qpb)

Breksi gunungapi, tuf dan lava, yang bersusunan asam sampai menengah, abu – abu tua sampai kecoklatan, tebal lebih dari 150 m.

Formasi Kasai (QTk)

Formasi Kasai merupakan formasi termuda yang biasa disebut juga Formasi Palembang Atas. Formasi Kasai terdiri dari batulempung dan batulempung tuffan, batupasir tuff dan tuff, yang merupakan produk erosi dari pengangkatan Pegunungan Bukit Barisan dan Pegunungan Tigapuluh (De Coster, 1974). Formasi ini berumur Kuartar Tersier (Pliosen-Plistosen) yang diendapkan secara selaras di atas Formasi Muara Enim dengan ketebalan 850 – 2000 m. Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir tuffaan, tuff, batulempung, batupasir lempungan, tuff pasiran, tuff lempungan, batubara.

2.5 Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan metode yang mempelajari sifat aliran listrik yang ada di dalam bumi dan cara mendeteksinya dipermukaan bumi. Dalam hal ini mencakup pengukuran arus dan pengukuran potensial yang terjadi baik secara alami maupun akibat injeksi arus kedalam bumi. Hal ini yang menyebabkan metode geolistrik memiliki banyak variasi, salah satunya adalah metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) (Hendrajaya, 1990). Dimana metode tahanan jenis adalah metode yang paling sering digunakan karena metode ini pada prinsipnya menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus sehingga menimbulkan beda potensial. beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda dapat digunakan untuk menurunkan variasi harga tahanan jenis lapisan di bawah titik ukur (*sounding point*) (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990).

Metode ini lebih efektif untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 kaki atau 1500 kaki. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang *engineering geology* seperti menentukan kedalaman batuan dasar, pencarian *reservoir*, dan eksplorasi panas bumi. Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas dibawah permukaan dengan cara melakukan pengukuran

dipermukaan tanah. Pengukuran resistivitas secara normal dibuat dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus, dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan pada dua elektroda potensial. Dari pengukuran ini resistivitas yang sebenarnya dari bawah permukaan dapat diperkirakan. Resistivitas tanah berkaitan dengan berbagai parameter geologi seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase dari patahan diisi dengan air tanah dan derajat dari saturasi air di batuan (Singh, 2014).

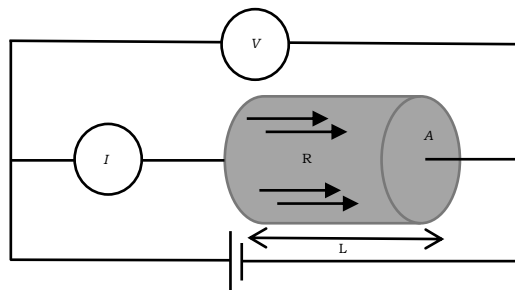
Berdasarkan hukum Ohm diketahui bahwa besar tegangan V suatu material bergantung pada kuat arus I dan hambatan listrik R dirumuskan sebagai berikut

$$V = IR \quad (1)$$

Dimana :

- V = Beda potensial (Volt)
- I = Kuat Arus Listrik (*Ampere*)
- R = Resistensi konduktor (Ω , Ω)

Studi hambatan listrik dari geofisika dapat dipahami dalam konteks dari aliran arus melalui medium di bawah permukaan yang terdiri dari lapisan bahan dengan resistivitas yang berbeda. Untuk sederhananya, semua lapisan diasumsikan horisontal. Resistivitas ρ dari bahan adalah pengukuran seberapa baik bahan menghambat aliran arus listrik. Untuk sederhananya, semua lapisan diasumsikan horisontal. Resistivitas ρ dari bahan adalah pengukuran seberapa baik bahan menghambat aliran arus listrik. Studi hambatan listrik dari geofisika dapat dipahami dalam konteks dari aliran arus melalui medium di bawah permukaan yang terdiri dari lapisan bahan dengan resistivitas yang berbeda



Gambar 3. Arus yang Dialirkan pada MAterial Konduktif Berbentuk Silinder

Dari gambar 3 menjelaskan suatu material konduktif berbentuk silinder yang homogen memiliki panjang sebesar L serta luas penampang A maka resistivitasnya sebesar. Dari gambar 3 menjelaskan suatu material konduktif

$$R = \rho LA$$

berbentuk silinder yang homogen memiliki panjang sebesar L serta luas penampang A maka resistivitasnya sebesar:

(2)

Dimana:

R = Resistensi konduktor (Ω , Ω)

ρ = Resistivitas bahan konduktor (Ω meter, Ω m)

L = Panjang konduktor (m)

A = Luas penampang konduktor (m^2)

Dari persamaan (2) dan persamaan (3) jika disubstitusi persamaannya akan menjadi:

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (3)$$

Dimana:

ρ = Resistivitas bahan konduktor (Ω meter, Ω m)

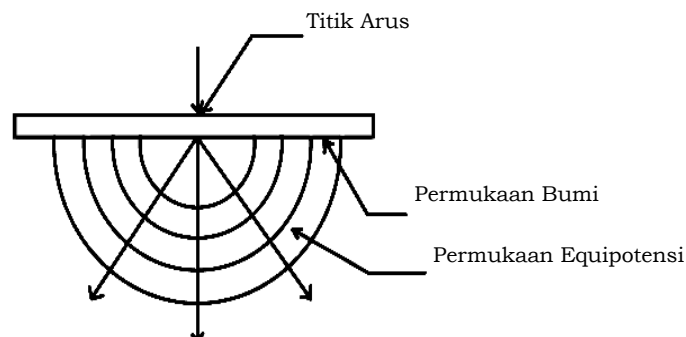
A = Luas penampang konduktor (m^2)

L = Panjang konduktor (m)

V = Beda potensial (Volt)

I = Kuat arus yang melalui bahan (*Ampere*)

Bumi diasumsikan sebagai medium yang homogen isotropis. Misalkan elektroda arus mengalirkan arus pada medium isotropis, maka akan terbentuk bidang ekuipotensial berbentuk setengah bola = $2\pi r^2$ sedangkan garis aliran arus medan listriknya pada arah radial. Bumi diasumsikan sebagai medium yang homogen isotropis. Misalkan elektroda arus mengalirkan arus pada medium isotropis, maka akan terbentuk bidang ekuipotensial berbentuk setengah bola = $2\pi r^2$ sedangkan garis aliran arus medan listriknya pada arah radial (Telford dkk, 1976).



Gambar 4. Aliran yang Berasal dari Satu Sumber Arus dalam Bumi

Untuk elektroda arus yang ditempatkan di permukaan medium homogen isotropis dan udara di atasnya mempunyai konduktifitas nol, besarnya potensial yang dapat diukur. Untuk elektroda arus yang ditempatkan di permukaan

$$V = (I\rho 2\pi)Ir$$

medium homogen isotropis dan udara diatasnya mempunyai konduktifitas nol, besarnya potensial yang dapat diukur (Telford dkk, 1976).

(5)

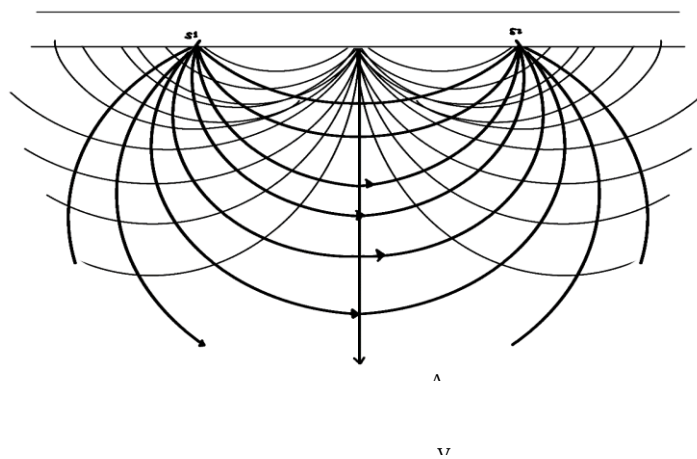
Dimana:

V = Beda potensial (Volt)

R = Hambatan Listrik (Ω)

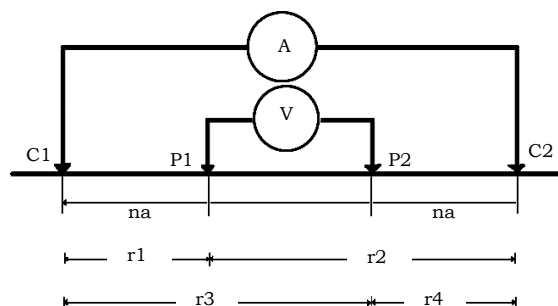
I = Kuat arus yang melalui bahan (Ampere)

Dalam ruang tiga dimensi, permukaan ekuipotensial yang terletak ditengah-tengah kedua sumber arus akan berupa setengah lingkaran (Lilik Hendrajaya dan Idam Arif, 1990) seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Dua Titik Arus yang Berlawanan Polaritasnya di Permukaan Bumi

Pengukuran di lapangan digunakan dua elektroda untuk mengalirkan arus (C1 dan C2) dan beda potensialnya diukur antara dua titik dengan menggunakan dua elektroda potensial (P1 dan P2) dapat dilihat pada **Gambar 6**.

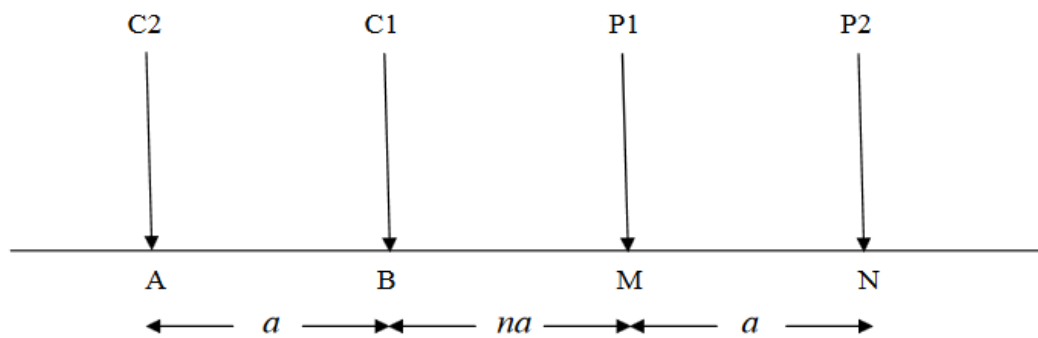


Gambar 6. Susunan Elektroda Arus dan Potensial

2.6 Konfigurasi Dipole - dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi dipole-dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang

penetrasinya relatif lebih dalam dibandingkan dengan metode mapping lainnya seperti konfigurasi *wenner* dan konfigurasi *wenner-schlumberger* (Reynolds, 1997). Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit arus dan potensial (Loke, 1999). Susunan elektroda konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada gambar 7 Spasi antara dua elektroda arus dan elektroda potensial sama yaitu a . Konfigurasi ini mempunyai faktor lain yaitu n yang merupakan rasio jarak antara elektroda C1 dan P1 ke C2 – C1 atau P1 – P2 dengan jarak pisah a (Astuti, 2020).



Gambar 7. Konfigurasi Dipole-Dipole

Untuk menambah kedalaman penetrasi maka jarak current dipole dan potential dipole diperpanjang, sedangkan jarak elektroda arus dan elektroda potensial dibuat tetap. Hal ini merupakan keunggulan konfigurasi dipole-dipole dibandingkan dengan konfigurasi Wenner atau Schlumberger, karena tanpa memperpanjang kabel bisa mendeteksi batuan yang lebih dalam. Konfigurasi dipole-dipole lebih banyak digunakan dalam eksplorasi mineral-mineral sulfida dan bahan-bahan tambang dengan kedalaman yang relatif dangkal. Hasil akhir dipole-dipole berupa penampang, baik secara horizontal maupun vertikal (Saputro, 2017). Untuk tiap konfigurasi dalam metode resistivitas memiliki faktor geometri dan tiap konfigurasi memiliki faktor geometri yang berbeda. Merujuk pada persamaan faktor geometri konfigurasi dipole-dipole adalah:

$$\text{Atau} \quad k = 2\pi \left[\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_2} \right) \right] - \left[\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_2} \right) \right]^{-1} \quad (6)$$

$$k_d = \pi a n (n+2) (n+1) \quad (7)$$

dengan nilai a adalah besar spasi antar elektroda dan n adalah bilangan pengali.

2.7 Panas Bumi (*Geothermal*)

Panas bumi merupakan energi panas yang terbentuk secara alami dan tersimpan dalam bentuk air panas atau uap panas pada kondisi geologi tertentu pada kedalaman beberapa kilometer di dalam kerak bumi. Hochstein dan Browne (2000) mendefinisikan sistem panas bumi sebagai perpindahan panas secara alami dalam volume tertentu di kerak bumi dimana panas dipindahkan dari sumber panas ke zona pelepasan panas. Kunci kekuatan untuk menggerakkan fluida adalah perbedaan densitas antara air resapan yang suhunya lebih rendah dan bergerak ke bawah dengan fluida panasbumi yang suhunya lebih tinggi yang kemudian muncul ke permukaan bumi oleh gaya pengapungan. Sistem panas bumi dijumpai pada daerah dengan gradient panas bumi relatif normal, terutama pada bagian tepi lempeng dimana gradient panas bumi biasanya mempunyai kisaran suhu yang lebih tinggi daripada suhu rata-rata. menggerakkan fluida adalah perbedaan densitas antara air resapan yang suhunya lebih rendah dan bergerak ke bawah dengan fluida panasbumi yang suhunya lebih tinggi yang kemudian muncul ke permukaan bumi oleh gaya pengapungan. Sistem panas bumi dijumpai pada daerah dengan gradient panas bumi relatif normal, terutama pada bagian tepi lempeng dimana gradient panas bumi biasanya mempunyai kisaran suhu yang lebih tinggi daripada suhu rata-rata. Sistem panas bumi dijumpai pada daerah dengan gradient panas bumi relatif normal, terutama pada bagian tepi lempeng dimana gradient panas bumi biasanya mempunyai kisaran suhu yang lebih tinggi daripada suhu rata-rata (Dickson dan Fanelli, 2003).

Sistem panas bumi dapat juga diklasifikasikan berdasarkan kondisi geologi yaitu (Saemundsson *et al*, 2011) :

1. *Volcanic geothermal system*, sistem ini berasosiasi dengan aktivitas vulkanisme yang masih aktif maupun vulkanisme yang tidak aktif namun masih memiliki sisa panas. Sumber panas sistem panas bumi ini berupa intrusi atau magma.
2. *Convective fracture controlled system*, sumber panasnya berupa batuan panas di kedalaman pada area dengan aktifitas tektonik yang masih aktif, dengan gradient termal di atas rata-rata ($> 30^{\circ}\text{C}/\text{km}$).
3. *Sedimentary geothermal system*, ditemukan di hampir semua cekungan sedimen. Sistem ini memiliki lapisan sedimen yang permeabel di kedalaman ($>1\text{ km}$) dan gradien termal di atas rata-rata ($>30^{\circ}\text{C}/\text{km}$). Transfer panas pada sistem ini lebih cenderung konduktif dibandingkan konvektif, walaupun di beberapa sistem panas bumi aktifitas sesar yang lebih dominan.

4. *Geopressured geothermal system*, sistem ini mirip dengan terbentuknya reservoir pada minyak dan gas dimana fluida terperangkap di kedalaman dengan tekanan yang mendekati nilai tekanan litostatik.

5. *Hot Dry Rock (HDR)*, sistem ini memiliki batuan panas dari gradien termal normal dan terletak pada kedalaman yang dalam. Nilai permeabilitasnya juga umumnya rendah dan belum bisa optimal dieksploitasi dengan metode konvensional.

Menurut Goff & Janik (2000) terdapat empat elemen penting yang berpengaruh dalam sistem panasbumi, terutama sistem panas bumi hidrothermal yang terdapat di sebagian besar Indonesia. yaitu:

1. Sumber panas (*heat source*)

Panas dapat berpindah secara konduktif, konvektif dan radiasi. Pada sistem panas bumi perpindahan panas umumnya secara konduktif dan konvektif. Transfer panas secara konduktif pada batuan terjadi akibat adanya interaksi atomik/molekul penyusun batuan dalam mantel sedangkan perpindahan panas secara konvektif adalah perpindahan panas yang diikuti oleh perpindahan massa (molekul). Sumber panas dalam sistem panasbumi pada umumnya berasal dari magma. Terbentuknya magma pada awalnya berasal dari hasil pelelehan mantel (*partial melting*) sebagai akibat penurunan titik didih mantel karena adanya infiltrasi H₂O dari zona subduksi. Magma dapat terjadi karena pelelehan sebagian kerak bumi pada proses penebalan lempeng benua seperti yang terjadi pada tumbukan antar lempeng benua (*collision*).

2. Fluida panas bumi

Fluida panas bumi berasal dari air permukaan (*air meteoric*) yang masuk ke bawah permukaan melalui rekahan maupun ruang antar butiran batuan membentuk sistem kantong fluida/*reservoir*. Fluida juga dapat berasal dari batuan dalam bentuk air magmatik (*air juvenil*). Karakteristik fluida panas bumi dapat memberikan informasi tentang tipe sistem panas bumi, hal penting yang di analisis untuk menentukan karakteristik fluida dalam reservoir meliputi pendugaan temperatur reservoir (*geothermometer*), komposisi kimia fluida, asal - usul fluida, interaksi *fluida* terhadap batuan serta pencampuran *fluida reservoir* dengan fluida lain (*mixing*).

3. *Reservoir*

Reservoir adalah lapisan yang tersusun dari batuan yang memiliki sifat permeable dan porositas tinggi yang berperan untuk menyimpan fluida yaitu uap dan air panas yang berasal dari hasil pemanasan (konvektif dan konduktif)

dalam suatu sistem hidrothermal. Lapisan ini bisa berasal dari batuan klastik atau batuan vulkanik yang telah mengalami rekahan secara kuat. Reservoir panasbumi yang produktif harus memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi, ukuran volume cukup besar, suhu tinggi dan kandungan fluida yang cukup. Permeabilitas dihasilkan oleh karakteristik stratigrafi (misal porositas intergranular pada lapili, atau lapisan bongkah lava) dan unsur struktur (misalnya sesar, kekar dan rekahan). Geometri *reservoir* hidrothermal di daerah vulkanik merupakan hasil interaksi yang kompleks dari proses vulkano-tektonik aktif antara lain stratigrafi yang lebih tua dan struktur geologi.

4. Batuan penudung (*caprock*)

Lapisan penudung (*caprock*) berfungsi sebagai penutup reservoir untuk mencegah keluar atau bocornya fluida panas bumi dari reservoir. Batuan penudung harus berupa lapisan batuan yang bersifat kedap atau memiliki permeabilitas rendah. Lapisan penudung umumnya tersusun oleh lapisan batuan yang terdiri dari mineral lempung sekunder hasil ubahan (*alteration*) akibat interaksi fluida dengan batuan yang dilewatinya. Mineral-mineral lempung sekunder yang umum membentuk lapisan penudung adalah *montmorillonite*, *smectite*, *illite*, *kaolin*, dan *phyrophyllite*. Di lingkungan tektonik aktif batuan penudung mengalami deformasi dan membentuk rekahan, tetapi dengan adanya proses kimia yaitu berupa pengendapan mineral sangat membantu dalam menutup rekahan yang terbentuk (*self sealing*) contohnya pengendapan *kalsit* dan *silica*.

5. Recharge area

Recharge area di definisikan sebagai tempat penampungan *freshwater* atau hasil dari presipitasi meliputi sungai, danau, maupun laut yang menyediakan air meteoric. Air tersebut akan masuk kedalam permukaan bumi melalui rekahan/patahan yang terdapat pada lapisan batuan.

2.8 Manifestasi Panas Bumi

Santoso J (2002) menyatakan bahwa panas bumi di permukaan bisa berbentuk seperti *warm ground*, *steaming ground*, kolam lumpur panas, kolam air panas, fumarol, sumber air panas, rembesan, *geyser*, dan daerah alterasi hidrotermal selalu dikaitkan dengan proses geologi dan model sistem panas bumi. Warm ground adalah tanah panas. Panas yang keluar karena konduktivitas termal pada lapisan bagian atas dan gradien temperatur lebih dari 25°-30°C. Aliran panas yang tinggi ini dapat di deteksi dengan inframerah. *Steaming ground* bisa diartikan sebagai tanah beruap. Uap yang keluar berasal dari penguapan air panas pada kedalaman dangkal atau dari kedalaman yang dalam. Kolam lumpur panas atau mud vulkano adalah kubangan lumpur

panas, sedikit mengandung uap dan gas CO₂ dan tidak terkondensasi. Gas CO₂ keluar dari satu celah dengan temperatur lebih kecil dari titik didih. Kolam air panas biasanya terdapat di tengah-tengah suatu kubahan hidrotermal minor purba dan bisa juga berbentuk *hot lake*. Kolam air panas terjadi dari fumarol yang sudah tidak aktif lagi. Kolam air panas yang bersistem uap air biasanya berlumpur dan berwarna abu-abu, sedang yang bersistem air panas biasanya bersih dan sedikit abu-abu, yang bersistem air panas asam terjadi pada kedalaman yang sangat dalam. Fumarol adalah hembusan gas magnetik dan uap yang keluar dengan suhu tinggi, dimana uap air umumnya lebih banyak dengan temperatur kurang dari 100°C.

Sumber air panas biasanya berasosiasi dengan sumber air bawah permukaan yang memiliki kecepatan aliran yang tinggi, umumnya berwarna bening dengan disertai endapan silica sinter. Rembesan, aliran air panas dari kedalaman yang dalam menuju ke permukaan sebagian akan merembes ke daerah yang bertopografi rendah, hingga bercampur dengan aliran sungai. Geyser adalah sistem air panas yang memancar ke udara setiap waktu yang diakibatkan karena rongga dalam batuan terisi penuh maka tekanan akan mengakibatkan air panas atau uap terdorong keluar ke udara. Daerah alterasi hidrotermal merupakan daerah dimana antara fluida dan batuan reservoir saling bereaksi mengakibatkan perubahan fasa padat dan cair dan menghasilkan mineral baru. Kelimpahan mineral hidrotermal yang terbentuk selama interaksi fluida dan batuan tergantung pada beberapa faktor khususnya temperatur, komposisi fluida (PH), ketersediaan fluida (permeabilitas) dan adanya pendidihan (Nicholson, 1993).

Manifestasi panas bumi ada banyak jenis, diantaranya Tanah Panas (*Warm Ground*) terjadi karena adanya perpindahan panas secara konduksi dari batuan bawah permukaan ke batuan permukaan yang ditandai dengan adanya tanah yang mempunyai suhu yang lebih tinggi daripada suhu tanah yang adadisekitarnya. Kemudian Tanah Beruap (*Steaming Ground*) terjadi karena lapisan tipis yang dekat dengan permukaan yang mengandung air panas mempunyai suhu yang sama atau bahkan lebih besar dari titik didihnya yang ditandai dengan adanya uap panas yang keluar dari dalam tanah. Apabila gradien suhunya lebih besar dari suhu 300°C, maka artinya tanah beruap sangat berbahaya bagi setiap makhluk hidup yang mengakibatkan tumbuh tumbuhan tidak dapat hidup. Selajutnya Kolam air panas terjadi karena adanya aliran air panas yang berasal dari bawah permukaan lewat rekahan-rekahan batuan. Kemudian Fumarol merupakan lubang kecil yang memancarkan uap panas kering atau uap panas yang mengandung butiran-

butiran air. Uap yang mengandung gas H₂S maka akan mengalami manifestasi permukaan yang disebut solfatar. Fumarol yang mengandung SO₂ akan memancarkan uap dengan kecepatan yang besar akan ditemukan di daerah yang terdapat dominasi uap. Selain itu ada *Geyser* adalah mata air panas yang menyembur ke udara pada selang waktu yang tidak tentu. Struktur primer, adalah struktur geologi yang terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan. Misalnya, struktur batuan beku (struktur *masif*, *scoria*, *amigdalodial*), struktur batuan sedimen (struktur berlapis, tidak berlapis), struktur batuan metamorf (struktur *foliasi*, *non foliasi*), dan struktur kekar akibat pendinginan magma (*columnar joint* dan *sheeting joint*). Ada juga Struktur skunder, adalah struktur geologi yang dihasilkan oleh deformasi setelah terbentuknya kekar (*joint*), sesar dengan ketinggian air yang beragam yaitu kurang dari 1 meter sampai ratusan meter. Berdasarkan selang waktunya, lamanya air menyembur ke permukaan sangatlah beraneka ragam yaitu mulai dari beberapa detik sampai beberapa jam. Selain itu ada Kubangan Lumpur Panas (*Mud Pool*). Salah satu tipe dari kolam lumpur panas yaitu *Mud Vulkano* dimana gas keluar dari celah dengan suhu yang lebih kecil dari titik didihnya. Lumpur terdapat dalam keadaan cair disebabkan adanya kondensasi uap panas, sedangkan letupan-letupan terjadi karena adanya pancaran dari CO₂. Dan yang terakhir *Sinter Silika* adalah endapan silika yang berwarna kuning keperakan. *Sinter silika* banyak dijumpai disekitar mata air panas dan lubang *geyser* yang menyemburkan air yang bersifat netral (Suharno, 2015).

2.6 sifat kelistrikan batuan

Batuan merupakan materi-materi yang memiliki sifat kelistrikan. Sifat listrik tersebut merupakan karakteristik dari batuan yang besarnya tergantung dari media pembentuk batuan tersebut. Sifat listrik bisa berasal dari alam atau dari gangguan keseimbangan atau sengaja dimasukkan arus listrik ke dalam batuan, sehingga terjadi ketidakseimbangan muatan di dalam batuan tersebut.

Setiap batuan dan mineral dalam bumi itu memiliki nilai tahanan jenis yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan ada beberapa faktor yakni kepadatan batuan, umur batuan, jumlah mineral yang dikandung, kandungan elektrolit, permeabilitas, porositas, dan lain sebagainya, sehingga tidak ada nilai dari harga tahanan jenis yang pasti. Adapun variasi material bumi terutama nilai resistivitas batuan sedimen dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 . Tabel resistivitas batuan (Telford, 1990).

Material	Resistivitas (Ωm)
Pyrite (Pirit)	0,01 – 100
Quartz (Kwarsa)	200 - 800.000
Calcite (Klasit)	1×10^{12} - 1×10^{15}

Rock Salt (Garam Batu)	30 - 1×10^{13}
Granite (Granit)	200 - 100.000
Andesite (Andesit)	$1,7 \times 10^2$ - 45×10^4
Basalt (Basal)	200 - 100.000
Limestone (Gamping)	200 - 10.000
Sandstone (Batu Pasir)	200 - 8.000
Shales (Batu Tulis)	20 - 2.000
Sand (Pasir)	1 - 1.000
Clay (Lempung)	1 - 100
Ground Water (Air Tanah)	0,5 - 300
Sea Water (Air Asin)	0,2
Magnetite (Magnetit)	0,01 - 1.000
Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 - 10.000
Alluvium (Aluvium)	10 - 800
Gravel (Kerikil)	100 - 600

2.7 Prediksi kedalaman Target

Setiap konfigurasi memiliki target kedalaman yang berbeda-beda meskipun jarak antar elaktrodanya sama. Prediksi jangkauan kedalaman ini penting untuk menyesuaikan meode yang akan digunakan pada saat survey. Loke (2004), membuat tabel hubungan antara jarak elektroda (a), panjang lintasan (L), dan jangkauan kedalaman rata-rata (Ze). Meskipun pada saat melakukan dilapangan hasilnya berbeda dengan prediksi tapi dengan memperkirakan target kedalaman akan memudahkan pada saat survey sebenarnya.

Tabel 2. merupakan tabel kedalaman rata-rata. Cara memprediksi jangkauan kedalaman seperti berikut: survey yang digunakan adalah dipole-dipole. Spasi antara elektroda maksimum 10 m ($a=10$) dengan panjang lintasan adalah 200 m ($L=200$ m). Dengan menggunakan tabel 2 dan melihat konfigurasi dipole-dipole maka akan diketahui perkiraan kedalaman yang akan didapat.

Tabel 3. **Tabel Perhitungan kedalaman Geolistrik (Loke., 2004)**

o		Ze/a	Le/a	Faktor Geometri	Inverse Geometri Factor
Dipole – dipole	N = 1	0.416	0.139	18.850	0.05305(0.3333)
	N = 2	0.697	0.147	75.398	0.01326(0.0833)
	N = 3	0.962	0.192	188.50	0.00531(0.0333)
	N = 4	1.220	0.203	376.99	0.00265(0.0166)
	N = 5	1.476	0.211	659.73	0.00152(0.0096)
	N = 6	1.737	0.216	1055.6	0.00095(0.0060)
	N = 7	1.983	0.220	1583.4	0.00063(0.0040)
	N = 8	2.236	0.224	2261.9	0.00044(0.0028)