

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Geologi Regional

#### 2.1.1 Fisiografi

Pulau Sumatera merupakan pulau dengan orientasi fisiografi berarah Baratlaut dan terletak di bagian Barat Paparan Sunda dan di Selatan Lempeng Eurasia. Geografi yang khas dari Pulau Sumatera yaitu adanya Pegunungan Bukit Barisan di sebelah Barat pulau ini dan memanjang pada seluruh panjang pulau dalam bentuk sabuk yang sempit, paralel, dan umumnya berjarak hanya beberapa puluh kilometer dari pantai Baratdaya.

Berdasarkan klasifikasi Van Bemmelen (1949), Pulau Sumatera ini dibagi menjadi enam zona fisiografi yaitu Zona Pegunungan Barisan, Zona Sesar Semangko, Zona Pegunungan Tigapuluh, Zona Dataran rendah dan dataran bergelombang, Zona Paparan Sunda, dan Zona Kepulauan Busur Luar seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Zona Fisiografis Pulau Sumatera oleh Van Bemmelen (1949).

Gambaran secara umum keadaan fisiografi Pulau Sumatera dibentuk oleh rangkaian Pegunungan Barisan di sepanjang sisi baratnya, yang memisahkan pantai barat dan pantai timur. Lerengnya mengarah ke Samudera Hindia dan pada umumnya curam. Hal ini mengakibatkan jalur pantai barat kebanyakan bergunung-gunung. Daerah penelitian merupakan bagian dari Pegunungan Barisan, terletak di tinggian bagian barat Cekungan Sumatera Selatan. Berdasarkan peta geologi lembar Sungaipenuh dan Ketaun, Sumatra, maka urutan batuan penyusun daerah penelitian dari muda ke tua (Kusnama, dkk., 1992), sebagai berikut:

1. Qhvm : Satuan Batuan Breksi Gunungapi-Tuf, yang terdiri dari breksi lahar, tuf dan lava bersusunan andesit sampai basal, merupakan batuan beku ekstrusif vulkanik Umur satuan ini Plistosen Akhir-Holosen.
2. QTv : Satuan Batuan Gunungapi-Rio Andesit, yang terdiri dari lava bersusunan riolit, dasit dan andesit, welded tuff, hybrid tuff, pumiceous lithic tuff, dan breksi vulkanik, merupakan batuan beku ekstrusif vulkanik. Umur satuan ini Pliosen Akhir-Plistosen
3. Tpgdl : Granodiorit Langkup, berupa batuan granodiorit, merupakan batuan beku intrusif plutonik berumur Pliosen.

Berdasarkan klasifikasi Van Bemmelen (1949), Pulau Sumatera ini dibagi menjadi enam zona fisiografi yaitu Zona Pegunungan Barisan, Zona Sesar Semangko, Zona Pegunungan Tigapuluh, Zona Dataran rendah dan dataran bergelombang, Zona Paparan Sunda, dan Zona Kepulauan Busur Luar seperti terlihat pada Gambar 2.

Menurut pembagian zona fisiografi Van Bemmelen (1949), daerah penelitian termasuk di Zona Bukit Barisan berbatasan dengan Dataran Rendah dan Perbukitan Bergelombang di Utara. Berbatasan dengan Zona Sesar Sumatera di Selatan, di Timurlaut berbatasan dengan Zona Pegunungan Tigapuluh.

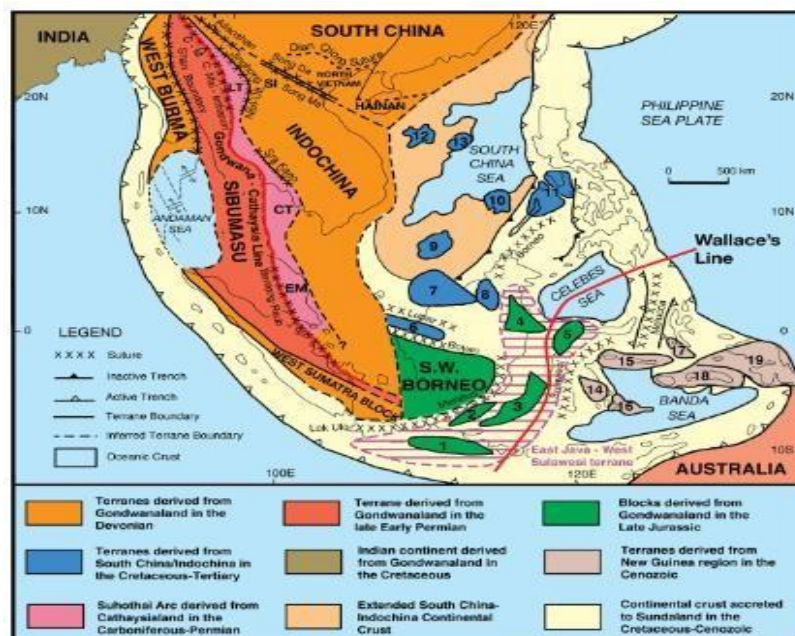
Zona Perbukitan Barisan merupakan suatu zona perbukitan yang memanjang dengan arah orientasi Tenggara – BaratLaut dengan panjang  $\pm 1.650$  km dengan lebar 100 km. Puncak tinggian dari zona ini adalah Puncak Indera Pura yang berada di Gunung Kerinci dengan ketinggian  $\pm 3.800$ m. Pola ini diinterpretasikan sebagai zona yang terbentuk akibat geotektonik Sistem

Pegunungan Sunda yang awalnya memiliki arah Tenggara-BaratLaut menjadi Barat-Timur yang berada di Pulau Jawa. Pada umumnya zona ini berasosiasi dengan GunungApi Aktif yang berada di jalur Bukit Barisan (Bemmelen, 1949).

Zona Sesar Sumatera atau Zona Sesar Semangko adalah Zona yang memiliki pola memanjang di mana pola zona ini mengikuti Fisiografi dari Bukit Barisan, di mana zona ini merupakan Geoantiklin yang memanjang dengan bentuk depresi, Zona ini memanjang dimulai dari Semangko (Sumatera Selatan-Lampung). Daerah puncak dari zona ini hingga ke bagian Barat Laut di Kotaradja Aceh yang merupakan suatu lembah dan batas akhir dari zona ini. Sesar Sianok yang merupakan segmen dari zona sesar ini, terekam di daerah Ngarai Sianok, Bukittinggi, Sumatera Barat (Van Bemmelen, 1949).

### 2.1.2 Tektonika dan Struktur Geologi

Sumatera terletak di Baratdaya dari Kontinen Sundaland dan merupakan jalur konvergensi antara Lempeng Hindia-Australia yang menyusup di sebelah Barat Lempeng Eurasia (Hamilton, 1979. dalam Kusnama, 1993). Sundaland terdiri dari kumpulan blok kontinental heterogen yang berasal dari India-Australia pecahan Gondwana, yang terdiri dari blok Sibumasu dan blok Indocina-East *Malaya* Timur dengan *terrane* busur pulau seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Distribusi Blok-Blok Benua (Metcalf, 2011)

Akibat dari konvergensi lempeng menghasilkan tatanan tektonik yang cukup kompleks pada pembentukan Sumatera. Berdasarkan hal ini, fase tektonik Sumatera dibagi menjadi tiga sebagai berikut.

**Devon-Permian Akhir.** Pada fase ini terjadi koalisi antara blok Sibumasu dan *East Malaya/ Indo-china* bersamaan dengan pembentukan basement batuan. Kegiatan tektonik ini menyebabkan pembentukan akresi (tinggian) yang mengangkat dan membuat batuan tua tersingkap ke permukaan, di mana Formasi Ngaol dan Formasi Barisan mengalami pengangkatan, pelipatan dan mungkin metamorfisme. Akresi ini juga penyebab terbentuknya paparan sunda, pulau berhala, dan jalur timah asia.

**Trias-Jura.** Pada fase ini terjadi kegiatan tektonik berupa *transcurrent system* (sesar mendatar) antara blok Sibumasu dan blok Sumatera Barat. Pada fase ini terjadi patahan akibat pergerakan dari kedua blok yang menyebabkan beberapa bagian di Sumatera terangkat dan membentuk jalur patahan memanjang. Dari patahan ini juga menjadi awal cikal bakal sesar Sumatera yang membujur dari lampung hingga aceh. Kegiatan tektonik ini juga menyebabkan terbentuknya perbukitan tigapuluh dan menyingkap batuan-batuan tua seperti yang terdapat pada Formasi Mentulu.

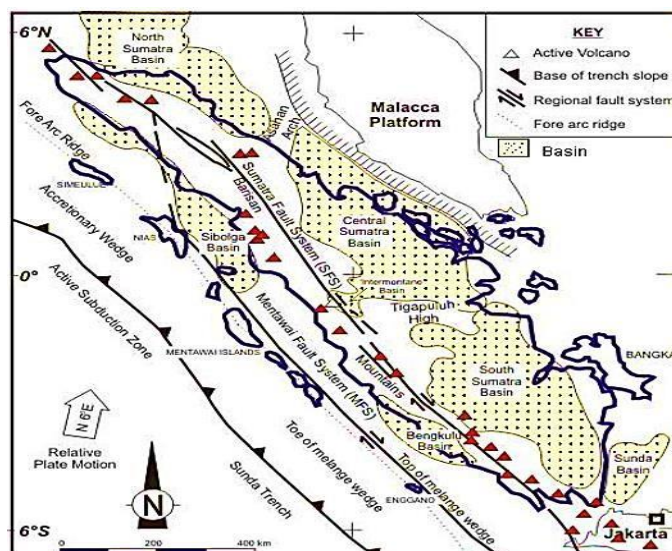
**Akhir Kapur.** Pada fase ini juga terjadi kegiatan tektonik antara blok Sumatera Barat dan blok woyla yang menyebabkan terbentuknya sesar-sesar naik, hal ini ditandai dengan tersingkapnya Batugamping dan rijang ke permukaan. Hal ini juga diikuti oleh terobosan Jura di bagian Timur serta terobosan Kapur di bagian Barat. Selain terobosan Granitan tektonik Kapur juga ditandai oleh pengangkatan secara regional, metamorfisme dan pensesaran. Pensesaran yang terjadi mengontrol pembentukan bukit barisan .

Pada Paleogen (Tersier), terjadi magmatisme yang menjadi alasan terbentuknya Formasi Nagan, Formasi Bandan, dan beberapa endapan sedimen. Selanjutnya pada Oligosen-Neogen, pulau Sumatera mengalami rotasi yang mengalihkan dari *pure shear* menjadi *simple shear*. Kegiatan ini menyebabkan terbentuknya berbagai macam struktur berupa sesar naik, sesar turun, dan sesar mendatar. Kegiatan ini juga menyebabkan terbentuknya batuan-batuan sedimen, kegiatan magmatisme, dan juga vulkanisme kuartir seperti gunung kerinci,

gunungapi yang bersifat asam yang berlanjut sampai Kuartar dengan susunan dasit-andesit dan basal.

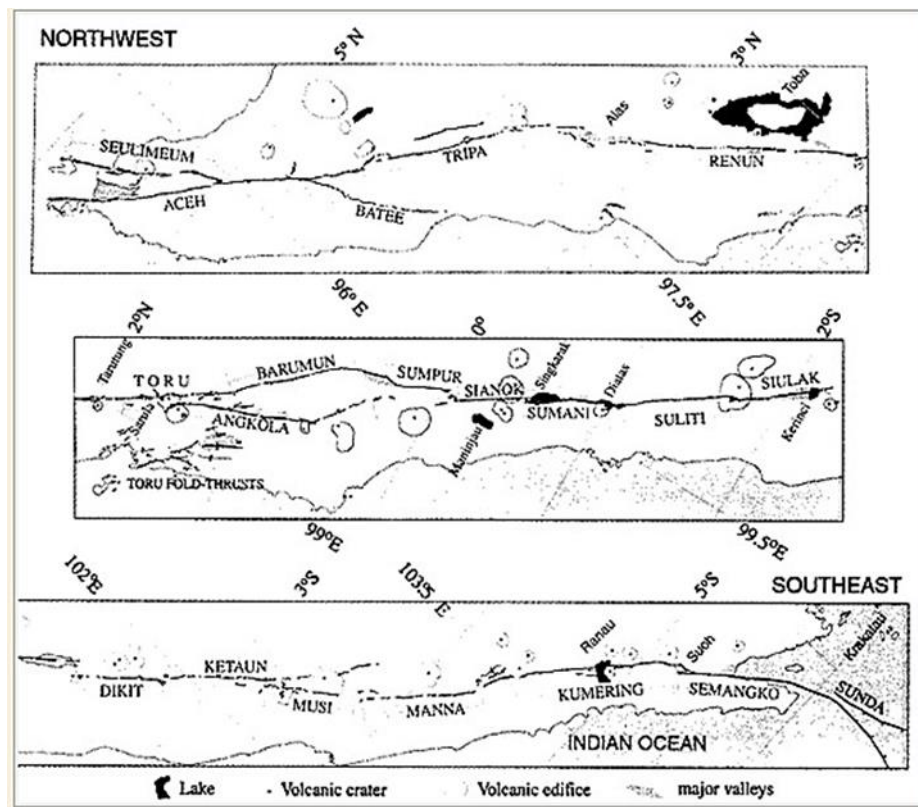
Menurut Hamilton, dkk., (1979) Adanya Subduksi aktif dan patahan di Sumatera menyebabkan munculnya Bukit Barisan sejajar patahan yang merupakan lapisan permukaan tanah yang terangkat. Sementara itu, di Selat Sunda terjadi mekanisme tekanan dan regangan, yang menimbulkan struktur geologi yang unik seperti munculnya Gunung Krakatau. Sepanjang Bukit Barisan berderet-deret lembah yang lurus memanjang, seperti lembah Semangko (Teluk Semangko di Lampung), Lembah Kepahiang, Ketahun, Kerinci, Muara Labuh, Singkarak Maninjau, Rokan Kiri, Gadis, Angkola, Alas, Tangse, dan Aceh. Lembah-lembah ini merupakan zona lemah Patahan Besar Sumatera (Gambar 4).

Pertemuan lempeng Hindia-Australia dan lempeng Eurasia tersebut pada akhirnya mempengaruhi geomorfologi Pulau Sumatera. Penunjaman lempeng samudera Indo-Australia menjadikan bagian barat Pulau Sumatera terangkat, sedangkan bagian timur relatif turun. Akibat dari penunjaman tersebut adalah terbentuknya rangkaian busur pulau depan (P. Simeulue, P. Banyak, P. Nias, P. Batu, P. Siberut hingga P. Enggano), rangkaian pegunungan Bukit Barisan dengan jalur vulkanik di tengahnya, serta Sesar Sumatera (The Great Sumatera Fault) yang membelah Pulau Sumatera mulai dari Lampung hingga Banda Aceh dan terus hingga Burma.



Gambar 3. Distribusi Blok-Blok Benua (Metcalf, 2011)

Sesar Sumatera tersebut terdiri dari beberapa segmen yang tidak kontinu. Di sepanjang Bukit Barisan ditemukan perisai-perisai yang di atasnya terletak sejumlah besar graben-graben. Graben-graben yang terletak diatas kulminasi Bukit barisan ini pada umumnya berbentuk tidak memanjang, akan tetapi berupa persegi empat. Hal ini disebabkan karena bentuk memanjang dari graben itu telah diganggu oleh aktivitas vulkanik yang kemudian membentuk depressive vulkano-tektunik. Zona patahan Sumatera mengandung batuan-batuan vulkanik asam, aliran tufa pasir dan tuf berbatuapung. Hal ini disebabkan patahan-patahan ini terletak di daerah orogen dan besar kemungkinan batuan asam lelehan ini bersumber dari batu granit yang terletak dibawahnya. Natawidjaja (2000) membagi Sesar Sumatera ini menjadi 19 segmen utama (Gambar 5).



Gambar 4. Segmen Utama Sesar Sumatera (Natawidjaja, 2000).

Tumbukan antar lempeng benua Asia dan lempeng Samudera Hindia telah menyebabkan penujaman yang secara berkala dilepaskan melalui sesar mendatar dan terpusat di sepanjang sesar Sumatera (Hamilton, 1979). Struktur Lembar Sungai penuh dan Ketaun ini dikuasai oleh peristiwa tektonika Jura sampai Resen.



Unsur-unsur struktur utama dalam batuan di Lembar ini berupa lipatan, sesar dan kekar.

### 2.1.3 Stratigrafi

Menurut IAGI (1996), Stratigrafi merupakan aturan dalam penamaan satuan-satuan stratigrafi, baik resmi maupun tidak resmi, sehingga terdapat keseragaman dalam tatanama satuan-satuan stratigrafi yang diatur dalam Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI). SSI mengakui adanya satuan litostratigrafi, satuan litodemik, satuan stratigrafi gunungapi, satuan biostratigrafi, satuan sikuenstratigrafi, satuan kronostratigrafi dan satuan geokronologi.

Berdasarkan lembar sungai penuh, Stratigrafi daerah telitian terdiri dari Endapan Kuartar dengan satuan batuan Qhv (Satuan Batuan Breksi Gunungapi-Tuf) yaitu tuf, breksi lahar dan lava bersusun andesit sampai basal dan Endapan Gunungapi Tua dengan satuan batuan QTv (Satuan Batuan Gunungapi-Rio Andesit) yaitu lava bersusun riolit, dasit dan andesit, tuf padu dan tuf hibrid, dan breksi gunung api berbatuapung.

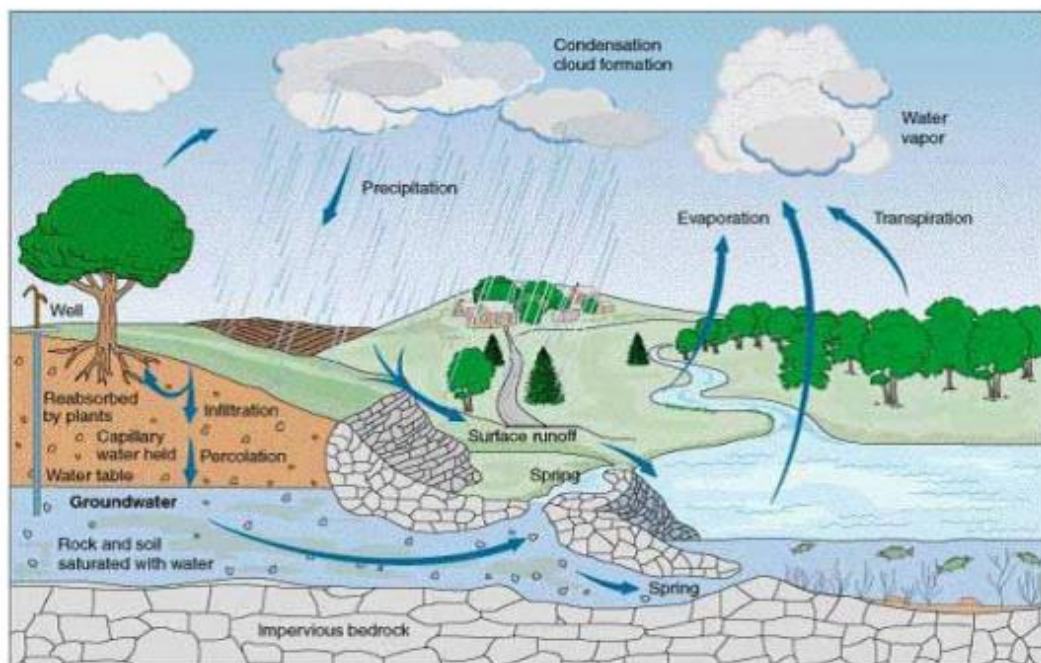
Tabel 1. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian berdasarkan Peta Geologi Lembar Sungai Penuh dan Ketaun, Sumatera. Kusnama. dkk, (1992)

| Masa       | Zaman   |          | Kala      |        | Simbol Litologi | Satuan Batuan                          | Keterangan                                                                    |
|------------|---------|----------|-----------|--------|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Kenozoikum | Kuartar |          | Holosen   |        | Qhv             | Satuan Batuan Breksi GunungApi-Tuf     | Tuf, Breksi, lahar dan lava bersusunan andesit sampai basal. Sumber           |
|            |         |          | Plistosen |        | QTV             | Satuan Batuan Gunung Api - Rio Andesit | Lava bersusunan riolit, dasit dan andesit, tuf padu dan tuf hibrid, tuf sela, |
|            | Tersier | Neogen   | Pliosen   | Akhir  |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Awal   |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          | Miosen    | Akhir  |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Tengah |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Awal   |                 |                                        |                                                                               |
|            |         | Paleogen | Oligosen  | Akhir  |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Awal   |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          | Eosen     | Akhir  |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Tengah |                 |                                        |                                                                               |
|            |         |          |           | Awal   |                 |                                        |                                                                               |

## 2.1.4 Dasar Teori

### A. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk-makhluk hidup. Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari sirkulasi air. Jadi dapat dikatakan, hidrologi adalah ilmu untuk mempelajari; presipitasi (*precipitation*), evaporasi dan transpirasi (*evaporation*), aliran permukaan (*surface stream flow*), dan air tanah (*groun water*) (Ersin Seyhan, 1990).



Gambar 5. Siklus Hidrologi (Kodoatie, 2012)

Pada Umumnya Air merupakan kebutuhan pokok bagi semua makhluk hidup, seperti kehidupan manusia, hewan dan tanaman. Kebutuhan air bersih diperoleh dari sumber air permukaan salah satunya adalah sungai. Sungai memiliki potensi tinggi tercemar oleh limbah baik domestik maupun non domestik. Kondisi ini penting diperhatikan karena sungai menjadi sumber kegiatan bagi penduduk sekitarnya. Masalah utama yang dihadapi berkaitan dengan sumber daya air adalah kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan



lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, termasuk penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air (Effendi, 2003).

Airtanah berasal dari air hujan dan air permukaan yang meresap (*infiltration*) ke zona tak jenuh (*zone of aeration*), kemudian meresap makin dalam (*percolation*) hingga mencapai zona jenuh (*zone of saturation*) dan akhirnya menjadi air tanah. Tergantung pada kedudukannya terhadap muka tanah setempat, air tanah dapat dikatakan air tanah dangkal ataupun airtanah dalam. Airtanah dangkal terletak dekat permukaan, sementara airtanah dalam terletak jauh dibawah permukaan. Air tanah yang dangkal memiliki kedudukan kurang dari 40 meter (angka ini tergantung kesepakatan) dibawah muka tanah setempat, sedangkan kedudukan dalam lebih dari angkatersebut (Soetrisno, 2002).

## **B. Lapisan Penyimpan Air Tanah**

Lapisan penyimpan airtanah terbagi atas 4 jenis (Todd, 2005), diantaranya:

- a) Akuifer : Akuifer adalah batuan yang dapat membawa air (jenuh) dan mengalirkan air dalam jumlah banyak. Akuifer ini biasa disebut juga sebagai reservoir airtanah. Akuifer umumnya dicirikan oleh batuan yang permeabel dan memiliki porositas yang baik. Contohnya yaitu batupasir, konglomerat, breksi, dll.
- b) Akuiklud : Akiklud yaitu batuan yang dapat membawa air (jenuh), namun materialnya bersifat relatif impermeabel sehingga tidak dapat meloloskan air dalam jumlah yang berarti. Contohnya yaitu batulempung.
- c) Akuifug : Akuifug yaitu batuan yang impermeabel, sehingga tidak dapat membawa maupun mengalirkan air. Contoh batumannya yaitu granit, andesit, dll.
- d) Akuitar : Akuitar yaitu batuan yang dapat membawa air (jenuh), namun memiliki permeabilitas yang buruk sehingga hanya dapat meloloskan air dalam jumlah yang sedikit. Contoh dari tipe ini yaitu batulempung pasir.

### C. Jenis – Jenis Akuifer

Berdasarkan Litologinya, akuifer dapat dibedakan menjadi empat macam (Juanda dan Erwin, 2012), yaitu:

- a. Akuifer Bebas yaitu akuifer dengan hanya memiliki satu lapisan pembatas impermeabel yang terletak di bagian bawahnya.
- b. Akuifer Tertekan yaitu suatu akuifer jenuh air yang pada lapisan atas dan lapisan bawahnya merupakan lapisan impermeabel sebagai pembatasnya.
- c. Akuifer Semi Tertekan yaitu suatu akuifer jenuh air, dengan bagian atas dibatasi oleh lapisan setengah kedap air (nilai kelulusannya terletak antara akuifer dan akuitar) dan pada bagian bawah dibatasi oleh lapisan impermeabel.
- d. Akuifer Menggantung yaitu akuifer yang massa air tanahnya terpisah dari air tanah induk. Dipisahkan oleh suatu lapisan yang relatif impermeabel air yang begitu luas dan terletak di atas daerah jenuh air. Biasanya akuifer ini terletak di atas suatu lapisan formasi geologi yang impermeabel.

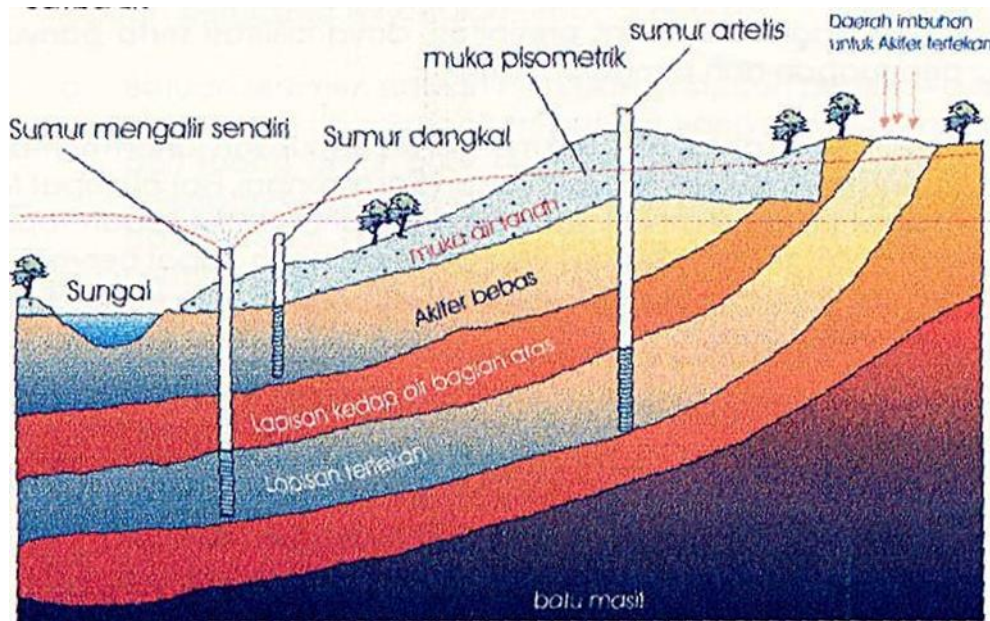
Menurut Seyhan (1977), berdasarkan atas sikap batuan terhadap air, dikenal adanya beberapa karakteristik batuan sebagai berikut :

Akuifer (lapisan pembawa air). Aquifer adalah lapisan batuan jenuh air di bawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup dan ekonomis misalnya pasir.

Aquiklud (lapisan batuan kedap air). Aquiklud adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya dalam jumlah berarti misalnya lempung.

Akuitard (lapisan batuan lambat air). Aquitard adalah suatu lapisan batuan yang sedikit lulus air dan tidak mampu melepaskan air dalam arah mendatar, tetapi mampu melepaskan air cukup berarti ke arah vertikal, misalnya lempung pasir.

Aquiflug (lapisan kedap air). Aquiflug adalah suatu lapisan batuan kedap air yang tidak mampu mengandung dan meneruskan air, misalnya granit.

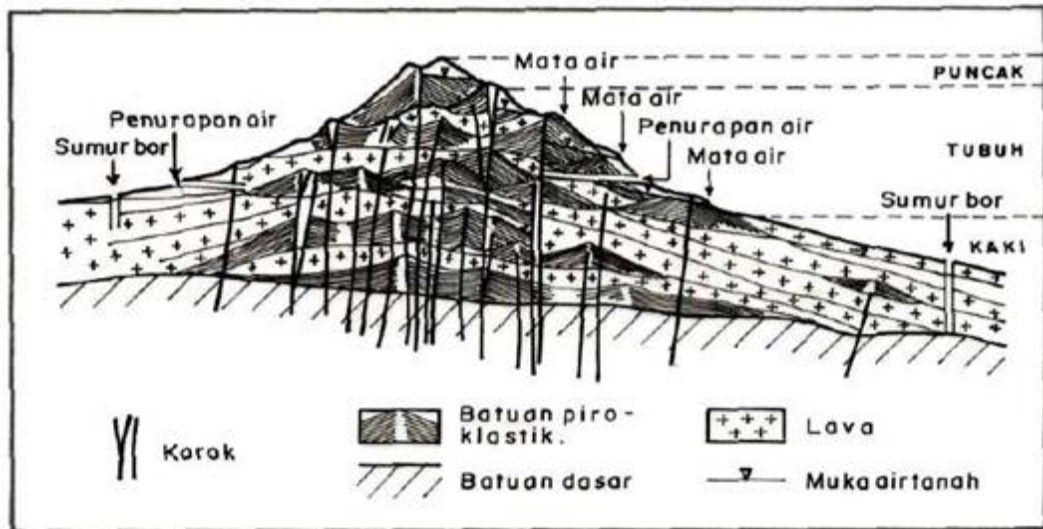


Gambar 6. Kedudukan Akuifer (Kodoatie, 2012)

#### D. Sistem Akuifer Endapan Gunungapi

Penyebaran airtanah di daerah gunungapi dapat berbeda-beda. Hal tersebut didasarkan pada morfologi gunungapi. Morfologi gunungapi secara umum terbagi menjadi tiga, yaitu puncak dan kawah, tubuh gunungapi, dan kaki gunungapi. Pembentukan dan penyebaran airtanah pada ketiga daerah tersebut memiliki karakteristik tertentu.

Endapan gunungapi dapat berupa batuan piroklastik, lava, dan lainnya. Endapan gunungapi yang berumur Kuartar umumnya memiliki batuan yang belum terkompaksi dengan baik. Selain itu, erupsi gunungapi yang berlangsung beberapa kali dapat membentuk lapisan batuan yang permeabel dan impermeabel secara berselang-seling. Keberadaan airtanah di daerah gunungapi dapat melalui media pori-pori batuan. Batuan-batuan yang berselang seling antara lapisan permeabel dan impermeabel dapat mengakumulasi airtanah yang cukup besar sehingga menjadi potensi airtanah yang dapat dimanfaatkan. Selain media pori-pori batuan, keberadaan airtanah dapat melalui media rekahan. Rekahan-rekahan tersebut dapat dihasilkan dari proses tektonisme atau vulkanisme. Sistem akuifer ini dapat dilihat pada bagian tubuh gunungapi.



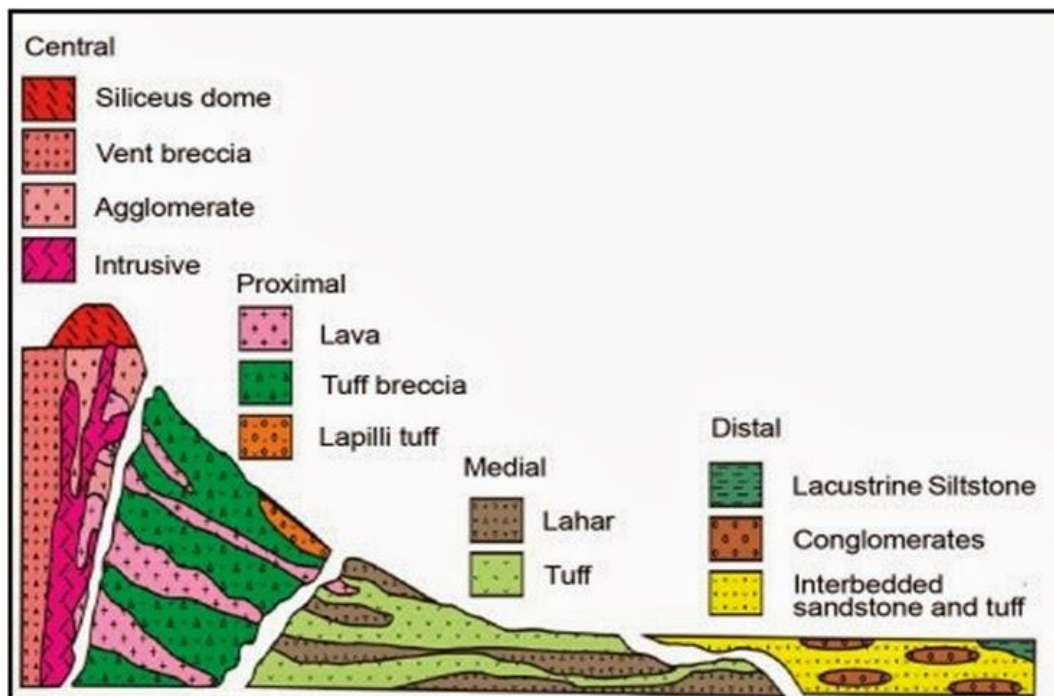
Gambar 7. Tipologi Sistem Akuifer Endapan Gunung Api (Mandel, 1981).

#### E. Fasies Vulkanik/Gunung api

Fasies gunung api mengacu pada kondisi geomorfologi dan struktur geologi suatu daerah; yang di dalamnya tersusun atas batuan gunung api yang sifat fisik batumannya, komposisi kimia dan mineralnya memiliki kesamaan sebagai hasil dari pengendapan dari suatu mekanisme erupsi gunung api tertentu (Mulyaningsih, 2015).

Konsep fasies gunung api mulanya merupakan zonasi bentang alam dari sebuah gunung api kerucut yang dapat dibagi menjadi puncak, lereng, kaki dan dataran disekitarnya. Konsep ini dikembangkan oleh Williams dan McBirney (1979) untuk membagi gunung api menjadi tiga, yaitu *central zone*, *proximal zone* dan *distal zone*. Berdasarkan konsep ini, bagian puncak disetarakan dengan *central zone*, bagian lereng disetarakan dengan *proximal zone*, bagian kaki dan sekitarnya disetarakan dengan *distal zone*. Konsep ini kemudian dikembangkan lagi oleh Vessel dan Davies (1981) serta Bogie dan Mackenzie (1998) menjadi empat kelompok (fasies), yaitu fasies sentral, fasies proksimal, fasies medial dan fasies distal. Masing-masing fasies dapat diidentifikasi berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, vulkanostratigrafi, vulkanologi fisik serta petrologi-geokimia.

Menurut Bronto (2006), bahwa fasies Gunung Merapi dapat diidentifikasi berdasarkan bentuk bentang alam dan asosiasi batuan penyusun, suatu kerucut gunungapi komposit dapat dibagi menjadi fasies sentral, fasies proksimal, fasies medial, dan fasies distal. Pembagian bentang alam tersebut dimulai dari pusat erupsi di bagian puncak, menurun ke arah lereng, kaki, serta dataran di sekelilingnya. Fasies sentral gunungapi dicirikan oleh asosiasi batuan beku intrusi dangkal, kubah lava, dan batuan ubahan hidrotermal. Fasies proksimal tersusun oleh perselingan aliran lava dan breksi piroklastika. Fasies medial terutama berupa breksi piroklastika, breksi lahar, dan konglomerat, sedangkan fasies distal lebih banyak disusun oleh batuan epiklastika berukuran butir pasir-lempung.



Gambar 8. Fasies gunung api: pusat, proksimal, medial dan distal, didasarkan pada geomorfologi dan komposisi batuan penyusunnya (Bogie & Mackenzie, 1998).

#### F. Zona Resapan Air

Pengisian air tanah atau groundwater recharge adalah proses di mana air mengalir dari permukaan tanah ke akuifer. Akuifer adalah lapisan di bawah tanah yang terdiri dari pasir gravel, atau batuan yang mengandung cukup air untuk menyuplai sumur. Secara umum pengisian air tanah berlaku untuk akuifer dangkal atau akuifer pertama di bawah tanah.

Proses pengisian air tanah alami pada dasarnya adalah proses hidrologi yang diawali dengan proses infiltrasi dan sebagian lagi mengalami proses perkolasi. Infiltrasi merupakan proses aliran air (umumnya berasal dari air hujan) yang masuk ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Setelah lapisan tanah bagian atas jenuh, kelebihan air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dan dikenal sebagai proses perkolasi (Asdak, 2010). Mekanisme infiltrasi melibatkan tiga proses yang tidak saling mempengaruhi:

1. Proses masuknya air hujan melalui pori-pori tanah.
2. Tertampungnya air hujan tersebut ke dalam tanah
3. Proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain.

Keberadaan lapisan tanah impermeabel, seperti lanau atau lempung dapat memperlambat proses pengisian air, walaupun lapisan tanah tipis. Sedangkan durasi untuk daerah yang lembab untuk tanah kasar di mana muka air tanah dekat dengan permukaan hanya membutuhkan waktu beberapa jam. Pada lahan kering, dengan jarang proses pengisian air dan kedalaman muka air tanah sangat jauh dari permukaan, air akan membutuhkan beberapa tahun untuk mencapai lapisan tidak jenuh (Kodoatie, 2010).

Kecepatan pengisian air tanah sangat bervariasi, tergantung dari banyak hal, seperti ketebalan lapisan tidak jenuh. Saat lapisan tidak jenuh tidak begitu tebal, recharge dapat lebih cepat sampai muka air tanah. Umumnya tebal tipisnya lapisan tidak jenuh tergantung dari topografi, semakin rendah topografi, semakin tipis lapisan tidak jenuhnya, contohnya pada daerah dekat danau, pantai, atau di dataran rendah.

Secara umum proses resapan air tanah ini terjadi melalui 2 proses berurutan, yaitu infiltrasi (pergerakan air dari atas ke dalam permukaan tanah) dan perkolasi yaitu gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh ke dalam zona jenuh air. Daya infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang mungkin, yang ditentukan oleh kondisi permukaan tanah. Daya perkolasi adalah laju perkolasi maksimum yang mungkin, yang besarnya ditentukan oleh kondisi tanah di zona tidak jenuh. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan jika laju infiltrasi masih lebih kecil dari daya infiltrasinya. Perkolasi tidak akan



terjadi jika porositas dalam zona tidak jenuh belum mengandung air secara maksimum (Wibowo, 2006).

#### **F. Penentuan Zona Resapan Air Tanah**

Daerah resapan air adalah daerah tempat meresapnya air hujan ke dalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Kenyataannya semua daratan di muka bumi dapat meresapkan air hujan. Umumnya pengertian daerah resapan air berkaitan dengan aliran air tanah secara regional. Daerah resapan regional berarti daerah tersebut meresapkan air hujan dan akan mensuplai air tanah ke seluruh cekungan, tidak hanya mensuplai secara lokal di mana air tersebut meresap (Wibowo, 2003).

Untuk menentukan daerah resapan air, aspek-aspek yang harus diperhatikan antara lain:

- 1) Kondisi hidrogeologi yang serasi, meliputi: arah aliran air tanah, adanya lapisan pembawa air, kondisi tanah penutup, curah hujan.
- 2) Kondisi morfologi/ medan/ topografi, semakin tinggi dan datar lahan semakin baik sebagai daerah resapan air.
- 3) Tata guna lahan, lahan yang tertutup tumbuhan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi air adalah :

- 1) Dalamnya genangan di permukaan tanah, semakin tinggi genangan maka tekanan air untuk meresap ke dalam tanah semakin besar pula.
- 2) Kadar air dalam tanah, semakin kering tanah infiltrasi semakin besar.
- 3) Pemampatan tanah, akan memperkecil porositas, pemampatan dapat terjadi karena pukulan butir-butir hujan, penyumbatan pori oleh butir halus, karena injakan manusia, binatang dan lain sebagainya.
- 4) Tumbuh-tumbuhan, jika tertutup oleh tumbuhan akan semakin besar.
- 5) Struktur tanah, yaitu ada rekahan daya infiltrasi akan memperbesar.

Kapasitas infiltrasi juga dapat diukur dengan infiltrometer silinder ganda pada kondisi apa adanya (*existing*), tanpa perlakuan. Pengukuran dilakukan dengan infiltrometer silinder ganda berukuran silinder dalam diameter 30 cm dan silinder luar diameter 50 cm. Kedua silinder tersebut ditanamkan ke dalam tanah dengan kedalaman antara 5 cm sampai 15 cm. Air dimasukkan ke dalam kedua silinder

tersebut dengan ketinggian 1 cm sampai 2 cm diatas permukaan, dan terus dipertahankan dengan cara mengalirkan air kedalam silinder tersebut dari suatu bejana yang diketahui volumenya. Dilakukan pencatatan terhadap waktu yang diperlukan untuk meresapkan sejumlah volume tertentu dari air yang dituangkan kedalam silinder. Pengukuran dilakukan terhadap penurunan air pada silinder yang lebih kecil, air pada silinder yang besar berfungsi sebagai penyangga untuk menurunkan efek batas yang timbul oleh adanya silinder (Suharta,et al,2008).

Kohnke (1968) dalam Lee (1988) mengklasifikasikan kelas laju infiltrasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 2. Klasifikasi Laju Infiltrasi (Lee,1988)

| <b>Laju Infiltrasi (mm/jam)</b> | <b>Klasifikasi</b> |
|---------------------------------|--------------------|
| <1                              | Sangat Lambat      |
| 1-5                             | Lambat             |
| 5-20                            | Agak Lambat        |
| 20-65                           | Sedang             |
| 65-125                          | Agak Cepat         |
| 125-250                         | Cepat              |
| >250                            | Sangat Cepat       |

Laju infiltrasi suatu tanah pada umumnya lebih tinggi dan cenderung akan menurun dan mencapai konstan dengan bertambahnya waktu pengamatan. Laju infiltrasi pada awalnya tinggi karena tanah pada awalnya kering, kemudian cenderung menurun secara bertahap dan mencapai laju yang tetap (infiltrasi konstan), menurunnya laju infiltrasi ini disebabkan berkurangnya hisapan matrik tanah, yang dikarenakan semakin dalamnya profil tanah yang basah akibat terjadinya infiltrasi, yang pada akhirnya hanya tarikan grafitasi saja yang menyebabkan air bergerak ke bawah, dengan berjalannya waktu mendekati tak hingga tarikan gravitasi akan mencapai konduktivitas yang maksimum atau jenuh. (Kunze dan karkuri, 1983).

Zonasi Resapan Air dilakukan untuk menentukan zona resapan air setelah setelah menganalisis seluruh data yang berkaitan dengan prakiraan potensi daerah resapan pada parameter penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, dan jenis tanah.

Menurut Salama dkk. (1993) untuk menentukan zona resapan dan pelepasan air perlu diperhatikan:

- 1) Aliran air permukaan dan air tanah.
- 2) Iklim, terutama curah hujan.
- 3) Karakteristik hidrogeologi.
- 4) Topografi, daerah resapan air umumnya bertopografi tinggi dengan kemiringan lahan relatif besar karena tinggi muka air tanah relatif dalam akibat drainase ke bawah, sedangkan daerah rendah muka air tanah menjadi dangkal dan pelepasan air tanah menjadi dominan.

Secara umum kawasan resapan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Mempunyai arah umum aliran airtanah secara vertikal Air meresap ke dalam tanah sampai muka air tanah.
- b. Kedudukan muka preatik relative dalam Kedudukan muka preatik lebih dalam dari muka pisometrik pada kondisi alamiah.
- c. Daerah singkapan batuan lolos air tidak jenuh air.
- d. Daerah perbukitan atau pegunungan.
- e. Kandungan kimia air tanah relative rendah.
- f. Umur air tanah relatif muda

Sedangkan ciri-ciri khusus dari kawasan resapan air adalah :

- a. Daerah tubuh dan puncak kerucut gunung api.
- b. Daerah karst yang mempunyai retakan dan lubang pelarutan.
- c. Daerah singkapan batuan pembentuk akuifer tertekan bagian hulu.

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat dikatakan bahwa parameter-parameter yang perlu diperhatikan untuk penentuan daerah resapan air adalah penggunaan lahan, curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah permukaan dan batuan penyusun. Masing-masing parameter mempunyai pengaruh terhadap resapan air ke dalam tanah.