

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Geologi Daerah Sekitar**

Struktur geologi dan tektonik lembar Purwokerto dan Tegal yaitu perlipatan di daerah ini umumnya mempengaruhi batuan Neogen muda dengan arah utama hampir barat-timur. Beberapa sumbu lipatan yang arahnya acak diduga merupakan lipatan seretan akibat sesar-sesar regional. Sesar utama berada pada arah barat laut-tenggara dan timur laut-barat daya dengan gerakan miring. Sesar lainnya berada pada arah hampir utara-selatan atau barat-timur. Sesar naik yang arahnya barat-timur dimana bongkah utara bergerak naik diduga sebagai bagian dari sistem sesar naik busur belakang. Berdasarkan pola sebaran sesar dan lipatannya arah kompresi utama adalah utara-selatan.

Sumberdaya mineral Lembar Purwokerto dan Tegal berasal dari batugamping terutama yang terdapat di anggota batugamping formasi Halang dan formasi Tapak digunakan untuk bahan baku industri kapur. Batuan beku bersusunan andesit-basal yang banyak terdapat di bagian tengah lembar (berasal dari gunung Slamet) juga kerakal, kerikil dan pasir hasil endapan sungai dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dan pondasi jalan. Prospek lainnya adalah endapan fosfat di sekitar Ajibarang.

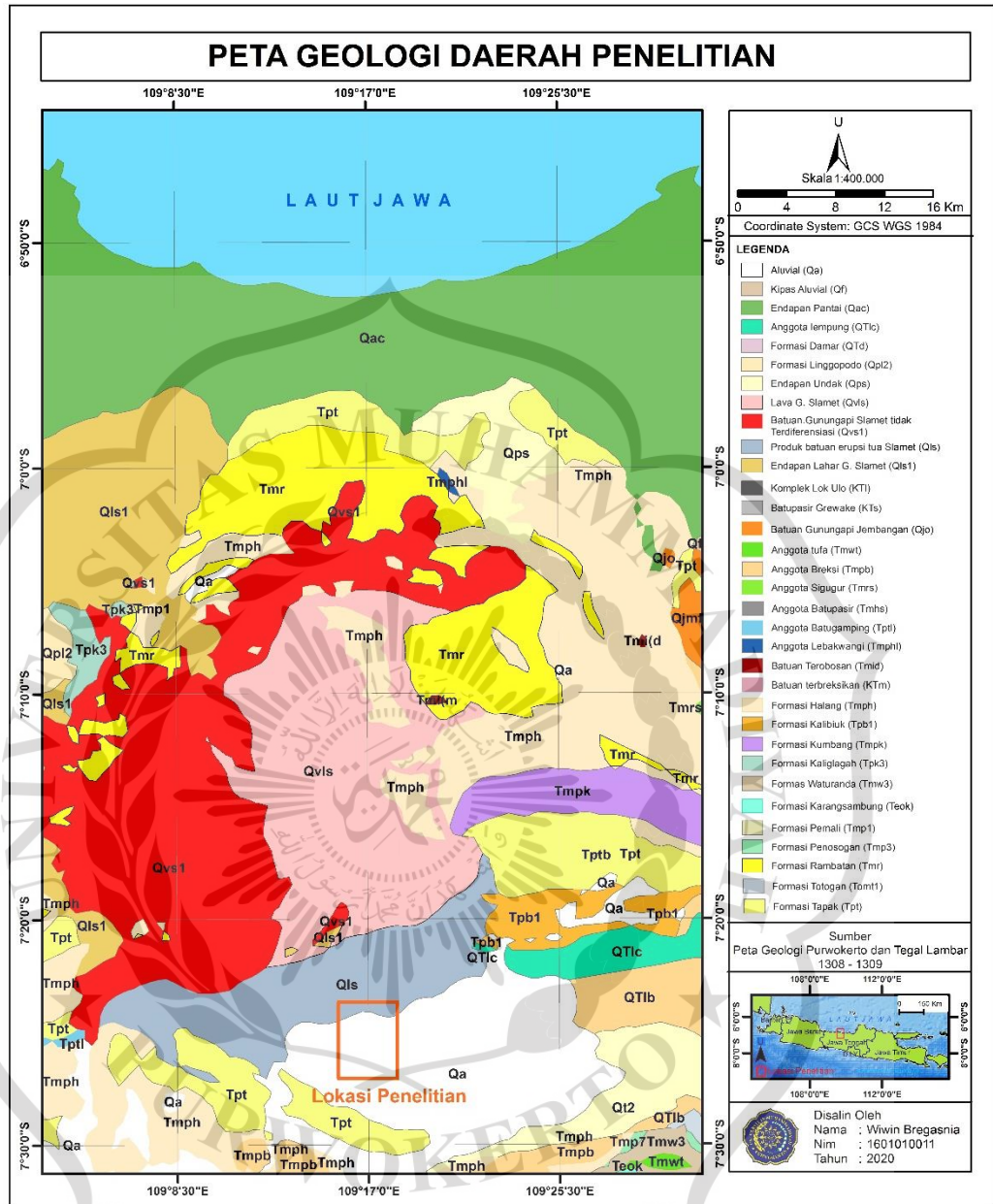
Tatanan stratigrafi untuk lembar Purwokerto dan Tegal yang diurutkan dari muda ke tua adalah sebagai berikut:

1. Aluvial (Qa): kerikil, pasir, lanau dan lempung. Merupakan endapan sungai dan pantai dengan ketebalan hingga 150 meter.
2. Endapan Lahar Gunung Slamet (Qls): lahar dengan bongkah batuan gunungapi bersusunan andesit-basal, bergaris tengah 10-50 cm, dihasilkan oleh gunung Slamet tua. Sebarannya meliputi daerah datar.
3. Lava Gunung Slamet (Qvls): lava andesit berongga, terdapat di lereng timur gunung Slamet.
4. Batuan Gunungapi Slamet Tak Terurai (Qvs): breksi gunungapi, lava dan tufa. Sebarannya membentuk dataran dan perbukitan.
5. Endapan Undak (Qps): lapisan-lapisan batupasir tufaan, pasir, tufa, konglomerat dan breksi tufaan. Di sebelah timurlaut dan tenggara merupakan dataran yang bergelombang.
6. Formasi Linggopodo (Qpl): breksi gunungapi, tufa dan lahar. Diduga hasil kegiatan gunungapi Slamet atau Copet.
7. Formasi Gintung (Qpg): konglomerat andesit, di beberapa tempat batupasir berwarna kehijauan sampai kelabu, lempung dengan kongkresi batupasir gampingan dan tufa. Didalam konglomerat kadang ditemukan kayu tersilisifikasi. Tersingkap di sepanjang sungai Gintung ke arah barat dengan ketebalan 800 meter. Terdapat pada beberapa singkapan kecil di dekat batas barat peta.
8. Formasi Mengger (Qpm): tufa berwarna kelabu muda dan batupasir tufaan, bersisipan konglomerat dan batupasir magnetit. Tebal sekitar 150 meter.

9. Formasi Ligung (Qtlb): agglomerat andesit, breksidan tufa berwarna kelabu di beberapa tempat. Sebelumnya dinamakan anggota atas formasi Ligung.
10. Anggota Lempung Formasi Ligung (QTlc): batulempung tufaan, batupasir tufaan berlapis silang silur dan konglomerat. Setempat sisa tumbuhan dan batubara muda yang menunjukkan bahwa anggota ini diendapkan di lingkungan bukan laut.
11. Formasi Kaliglagah (Tpk): batulempung, napal, batupasir dan konglomerat di beberapa tempat dijumpai lensa lignit setebal 10-100 cm.
12. Formasi Kalibiuk (Tpb): napal lempungan bersisipan baupasir, kaya akan moluska. Tebal sekitar 175 meter.
13. Formasi Tapak (Tpt): batupasir berbutir kasar berwarna kehijauan dan konglomerat setempat dijumpai breksi andesit. Dibagian atas terdiri dari batupasir gampingan dan napal berwarna hijau yang mengandung kepingan moluska. Tebal sekitar 500 meter.
14. Anggota Batugamping Formasi Tapak (Tptl): merupakan lensa-lensa batugamping tak berlapis berwarna kelabu kekuningan.
15. Anggota Breksi Formasi Tapak (Tptb): breksi gunungapi dengan massa dasar batupasir tufaan. Di beberapa tempat ditemukan urat-urat kalsit.
16. Formasi Kumbang (Tmpk): breksi, lava andesit dan tufa. Di beberapa tempat breksi batuapung dan tufa pasir. Tersingkap baik di gunung Kumbang sekitar 3 km sebelah barat peta dengan tebal 2000 meter.
17. Formasi Halang (Tmph): batupasir andesit, konglomerat tufaan dan napal yang bersisipan batupasir. Di atas bidang perlapisan batupasir terdapat bekas-bekas

cacing. Foraminifera kecil menunjukkan umur Miosen Akhir dengan tebal sekitar 800 meter.

18. Anggota Breksi Formasi Halang (Tmphb): breksi polimik dengan fragmen andesit basal dan batugamping. Bersisipan batupasir dan lava basal.
19. Anggota Batugamping Formasi Halang (Tmphl): batugamping pejal berwarna putih dengan bintik-bintik kuning.
20. Formasi Penosogan (Tmpp): perselingan batupasir gampingan, batulempung, tufa, napal dan kalkarenit. Merupakan sequens turbidit.
21. Formasi Waturondo (Tmw): breksi bersisipan batupasir kasar, setempat lahar.
22. Formasi Rambatan (Tmr): serpih, napal dan batupasir gampingan. Napal berselang-seling dengan batupasir gampingan berwarna kelabu muda. Banyak dijumpai lapisan tipis kalsit yang tegak lurus bidang perlapisan. Banyak mengandung foraminifera kecil dengan ketebalan sekitar 300 meter.
23. Formasi Pemali (Tmp): napal globigerina berwarna kelabu muda dan kelabu kehijauan bersisipan batugamping pasiran, batupasir tufaan dan batupasir kasar. Umumnya merupakan runtunan batulempung berwarna kelabu yang monoton, bagian bawah tidak tersingkap. Tebal lebih dari 900 meter.
24. Batuan Terobosan Tersier: Terdiri atas porfiri mikrodiorit (m) dan diorit (d) berbutir sedang hingga kasar. Porfiri mikrodiorit berwarna coklat berbintik coklat tua dan hitam, pejal, lapuk. Bertekstur holokristalin subdiabas porfiri dengan fenokris feldspar dan mineral-mineral femic. Sebagian mineral femik lapuk sehingga terbentuk rongga-rongga.



Gambar 2.1. Peta Daerah Penelitian

Penelitian dilakukan di kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang terletak di Desa Ledug dan Desa Dukuhwaluh Kecamatan Kembaran yang secara administratif terletak di Kabupaten Banyumas. Dari aspek geologi, lokasi penelitian terdiri dari:

- a. Aluvium (Qa) merupakan endapan bentuk sekunder hasil rombakan batuan di permukaan yang telah terbentuk sebelumnya (endapan sungai dan pantai) dengan ketebalan hingga 150 meter. Endapan ini terdiri dari material lepas berupa lempung, pasir, bongkahan andesit, basalt, granit, dan batugamping.
- b. Endapan Lahar Gunung Slamet (Qls): lahar dengan bongkah batuan gunungapi bersusunan andesit-basal, bergaris tengah 10-50 cm, dihasilkan oleh gunung Slamet tua. Sebarannya meliputi daerah datar.

## **B. Air tanah**

Undang - Undang No. 7 tahun 2004 tentang sumber daya air menyatakan air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat. Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah di alam, namun demikian sejalan dengan meningkatnya taraf hidup manusia, maka kebutuhan air pun meningkat pula, sehingga akhir-akhir ini air menjadi barang yang mahal (Susana, 2003).

Undang – Undang No. 7 tahun 2004 tentang sumber daya air mendefinisikan air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah adalah air yang eksistensinya berada pada lapisan di bawah permukaan tanah. Kedalaman letak air tanah tidak sama pada setiap tempat, karena kedalaman air tanah sangat tergantung pada jenis tanah permukaan dan kedudukan lapisan tanah yang menyimpan air tanah tersebut. Permukaan yang merupakan bagian atas dari tubuh air itu disebut muka air tanah atau permukaan freatik. Kedalaman air yang terdapat pada sumur-sumur yang

digali merupakan cerminan kedalaman air tanah pada suatu tempat (Darwis, 2017).

Air tanah adalah semua air yang terdapat pada lapisan mengandung air (akuifer) di bawah permukaan tanah, termasuk mata air yang muncul di permukaan tanah. Peranan Air tanah semakin lama semakin penting karena air tanah menjadi sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan pokok hidup orang banyak. Sumber air tanah berasal dari air yang ada di permukaan tanah (air hujan, danau, dan sebagainya) kemudian meresap ke dalam tanah/akuifer di daerah imbuhan (*recharge area*) dan mengalir menuju ke daerah lepasan (*discharge area*). Aliran Air tanah di dalam akuifer dari daerah imbuhan ke daerah lepasan cukup lambat, memerlukan waktu lama bisa puluhan sampai ribuan tahun tergantung dari jarak dan jenis batuan yang dilalui. Untuk mengetahui jenis batuan yang dilalui oleh Air tanah dengan mencari resistivitas suatu batuan di bawah permukaan tanah dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis (Sedana dkk, 2015)★

Cadangan air tanah merupakan anugerah yang diberikan Allah SWT kepada makhlukNya terutama manusia, yang diturunkan dari langit lalu disimpan dalam reservoir yang dijamin Allah SWT sangat baik dan higienis, sebagaimana firmanNya :

وَأَرْسَلْنَا الرِّيحَ لَوَاحِحَ فَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنْتُمْ لَهُ  
بِخَازِنِينَ

Artinya : "Dan Kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya." [QS. Al-Hijr : 22]

Air yang tersimpan di dalam perut bumi ratusan bahkan ribuan tahun, tetapi tidak mengalami kerusakan (kecuali setelah diganggu oleh manusia). Berbeda dengan air yang disimpan manusia alam wadah (*reservoir*) *artificial*, sangat mudah mengalami kerusakan sekalipun wadah tersebut terbuat dari bahan *stainless steel* sekalipun.

Allah SWT telah menata sedemikian rupa penggunaan air di Bumi, sebagaimana firmanNya :

قُلْ أَرَأَيْتُمْ إِنْ أَصْبَحَ مَاؤُكُمْ غَوْرًا فَمَنْ يَأْتِيكُمْ بِمَاءٍ مَعِينٍ

Artinya : Katakanlah: "Terangkanlah kepadaku jika sumber air kamu menjadi kering;maka siapakah yang akan mendatangkan air yang mengalir bagimu?" [QS. Al-Mulk : 30]

Air tanah (*groundwater*) adalah air yang menempati rongga-rongga pada lapisan geologi dalam keadaan jenuh dengan jumlah yang cukup (identik dan akuifer). Air tanah merupakan salah satu sumber kebutuhan air bagi kehidupan makhluk di muka bumi. Pada tahun-tahun terakhir ini, pemanfaatan dan pengambilan air tanah dilakukan dengan menggunakan teknik yang canggih.

Salah satunya adalah dengan cara mengebor sumur-sumur dalam yang mempunyai kedalaman antara 50-200 meter bahkan bisa lebih dalam lagi, serta memasang pompa-pompa turbin untuk memompa air tanah tersebut (Bisri, 2012).

Menurut Suripin, 2001 air tanah merupakan sumber air tawar terbesar di planet bumi, mencakup kira-kira 30% dari total air tawar atau 10,5 juta km<sup>2</sup>. Kecenderungan memilih air tanah sebagai sumber air bersih, dibanding air permukaan, mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Tersedia dekat dengan tempat yang memerlukan, sehingga kebutuhan bangunan pembawa atau distribusi lebih murah,
2. Debit (produksi) sumur biasanya relatif stabil,
3. Lebih bersih dari bahan cemar (polutan) permukaan,
4. Kualitasnya lebih seragam,
5. Bersih dari kekeruhan, bakteri, lumut, atau tumbuhan, dan binatang air.

### **C. Jenis – Jenis Air tanah**

Sutrisno, (2002) membagi air tanah kedalam 3 bagian sebagai berikut:

1. Air tanah dangkal, terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia (garam-garam yang larut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Dengan adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah maka terbentuk air tanah dangkal. Proses terbentuknya air tanah dangkal ini berawal dan air permukaan yang masuk atau meresap ke dalam tanah melalui lapisan lapisan

tanah. Air ini akan terkumpul pada suatu tempat atau lapisan yang rapat air. Air Tanah ini akan dimanfaatkan sebagai sumber air minum atau air bersih melalui sumur-sumur dangkal Biasanya air ini terkumpul pada kedalaman 15 m. Air tanah dangkal mempunyai kualitas agak baik sebagai sumber air minum, akan tetapi dari segi kuantitasnya kurang cukup karena tergantung dengan musim. Sehingga kedalaman air tanah dangkal yaitu < 100 meter.

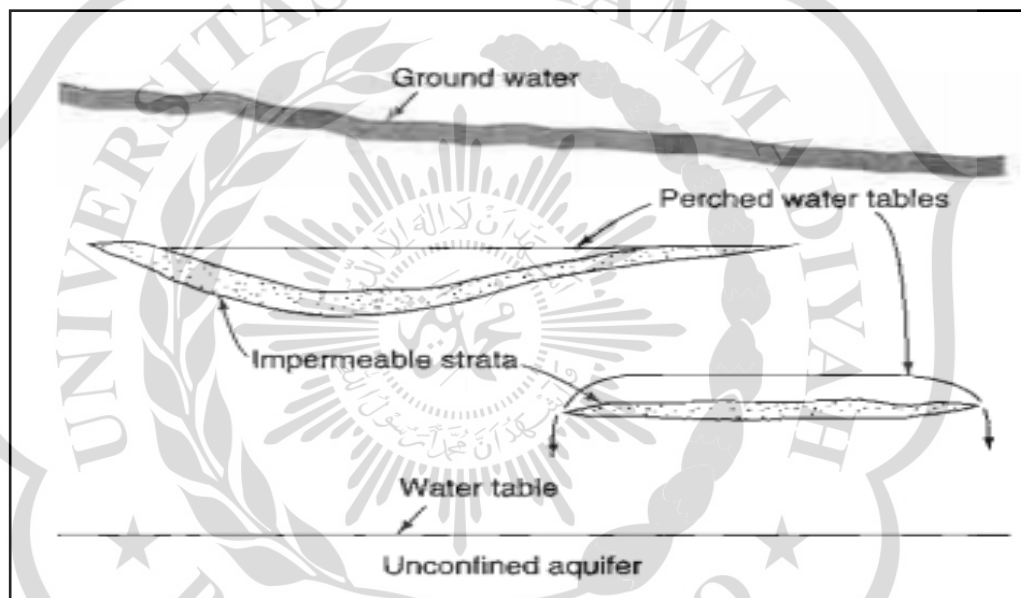
2. Air tanah dalam, berada pada lapisan setelah lapisan rapat yang pertama. Untuk mengambil atau memanfaatkan air tanah tersebut maka harus menggunakan mesin bor yang dapat mencapai lapisan dimana air tanah dalam itu berada dan memasukan pipa kedalamnya. Kedalaman air tanah dalam biasanya mencapai 100-300 m di bawah permukaan tanah. Jika dibandingkan dengan air tanah dangkal maka kualitas air tanah dalam lebih bagus Hal ini dikarenakan penyaringan yang lebih sempurna dan terbebas dari bakteri.

3. Mata air, adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas atau kualitasnya sama dengan keadaan air dalam.

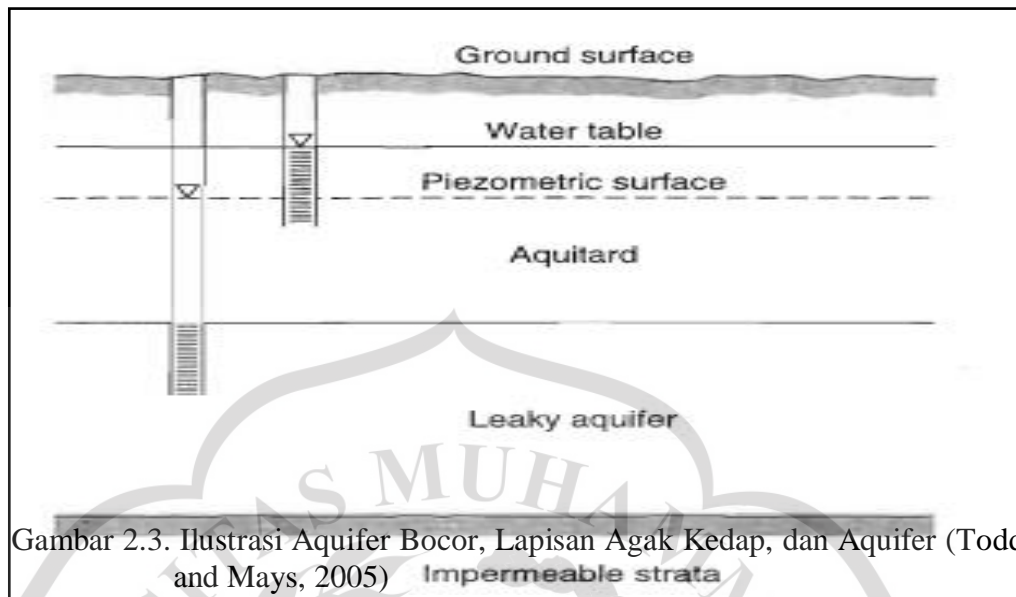
Berdasarkan kedudukannya dalam formasi geologi maka air tanah dikelompokkan ke dalam 4 jenis yaitu (Todd and Mays, 2005) yaitu:

1. air tanah bebas, adalah air tanah yang terdapat pada akuifer bebas, yaitu di atas lapisan geologi yang kedap air (*impermeable*) sampai pada batas permukaan air tanah (*groundwater level*) di bawah permukaan tanah.
2. Air tanah tertekan adalah air tanah yang terdapat diantara 2 lapisan yang kedap air (*impermeable*).

3. Air tanah semi tertekan disebut pula akuifer bocor (*leaky aquifer*) yaitu air tanah yang dibatasi oleh lapisan kedap di bawah (*aquiclude*) dengan lapisan agak kedap (*semi confined aquifer* atau *aquitard*) di bagian atas.
4. Selain itu ada yang namanya akuifer melayang (*perched aquifer*) yang merupakan akuifer lokal yang berada di atas *water table*, karena tertampungnya air di atas lapisan kedap (*aquiclude*) berupa lensa-lensa lempung.



Gambar 2.2. Ilustrasi Akuifer Melayang (Todd and Mays, 2005).



Gambar 2.3. Ilustrasi Aquifer Bocor, Lapisan Agak Kedap, dan Aquifer (Todd and Mays, 2005)

Dalam kehidupan sehari-hari pola pemanfaatan air tanah bebas sering kita lihat dalam penggunaan sumur gali oleh penduduk, sedangkan air tanah tertekan dalam sumur bor yang sebelumnya telah menembus lapisan penutupnya. Air tanah tertekan/air tanah terhalang inilah yang seringkali disebut sebagai air sumur artesis (*artesian well*) (Todd and Mays, 2005).



Gambar 2.4. Pergerakan Air tanah (Usmar dkk, 2006)

#### **D. Aliran Air tanah**

Air tanah juga memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga navigasi melalui perairan pedalaman di pengering musim. Air hujan masuk ke dalam tanah melalui pori-pori tanah dan disimpan di lapisan air di bawah tanah, yang disebut akuifer. Akuifer terdiri dari berbagai bahan seperti pasir dan kerikil yang tidak terkonsolidasi, batuan permeabel seperti batu pasir, batu kapur, gunung berapi yang retak dan batu kristal, dll (Khare dan Mishra, 2017).

Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus meteorik, yaitu telah melalui proses penguapan (*precipitation*) dari laut, danau, maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer, dan kemudian menjadi hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir ke sungai, sebagian mengalir ke danau, dan akhirnya sampai kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua sistem, yaitu sistem air tidak jenuh (*vadous zone*) dan sistem air jenuh. Sistem air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik, serta struktur bumi yang membentuk cekungan air tanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akuifer (*aquifer*) (Hadian, 2006).

Air yang meresap ke dalam tanah akan mengalir mengikuti gaya gravitasi bumi. Akibat adanya gaya adhesi butiran tanah pada zona tidak jenuh air (*zone of*

*aeration*), menyebabkan pori-pori tanah terisi air dan udara dalam jumlah yang berbeda-beda. Setelah hujan, air bergerak kebawah melalui zona tidak jenuh air. Sejumlah air beredar didalam tanah dan ditahan oleh gaya-gaya kapiler pada pori-pori yang kecil atau tarikan molekuler di sekeliling partikel-partikel tanah. Bila kapasitas retensi dari tanah telah habis, air akan bergerak ke bawah ke dalam daerah dimana pori-pori tanah atau batuan terisi air. Air di dalam zona jenuh air (*zone of saturation*) ini disebut ABT (Air Bawah Tanah) (Usmar dkk, 2006).

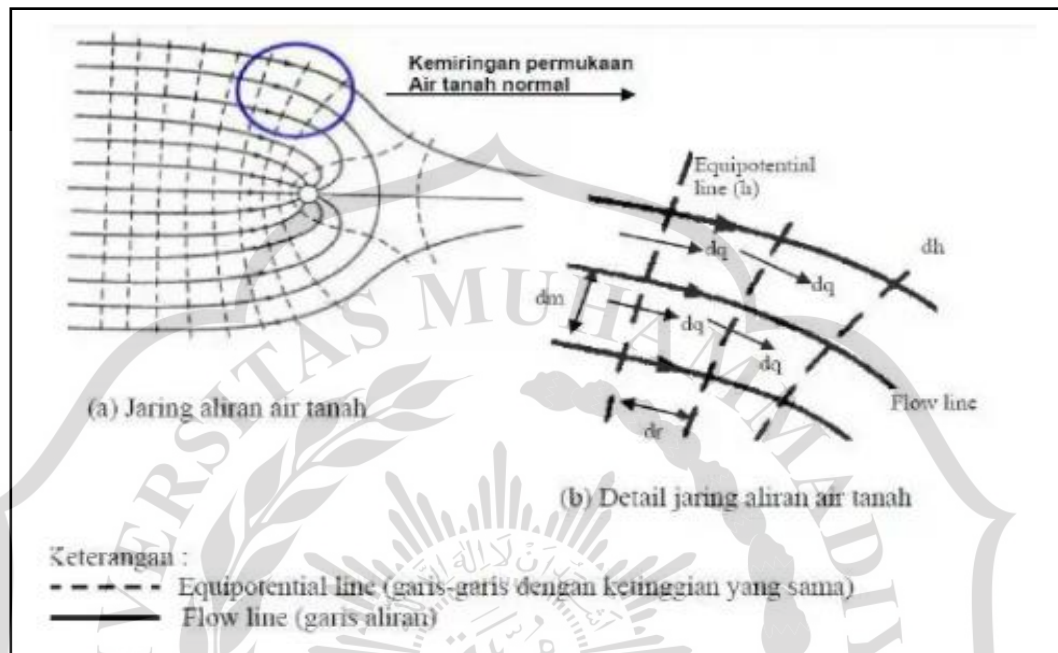
Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap gerakan air bawah permukaan tanah antara lain adalah:

1. Perbedaan kondisi energi di dalam air tanah itu sendiri,
2. Kelulusan lapisan pembawa air,
3. Kekentalan (*thickness*) air tanah.

Air tanah memerlukan energi untuk dapat bergerak mengalir melalui ruang antar butir. Tenaga penggerak ini bersumber dari energi potensial. Energi potensial air tanah dicerminkan dari tinggi muka airnya (*piezometric*) pada tempat yang bersangkutan. Air tanah mengalir dari titik dengan energi potensial tinggi kearah titik dengan energi potensial rendah. Antara titik-titik dengan energi potensial sama tidak terdapat pengaliran air tanah (Usmar dkk, 2006).

Garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang sama energi potensialnya disebut garis kontur muka ABT. Sepanjang garis kontur tersebut tidak terdapat aliran ABT, karena arah aliran ABT tegak lurus dengan garis kontur. Aliran ABT tersabut secara umum bergerak dari daerah imbuh (*recharge*

area) ke daerah luah (*discharge area*) dan dapat muncul ke permukaan secara alami maupun buatan (Usmar dkk, 2006).



Gambar 2.5. Jaringan-jaring Aliran Air Tanah (Linsley dkk, 1989 dalam Usmar dkk, 2006)

### E. Geolistrik

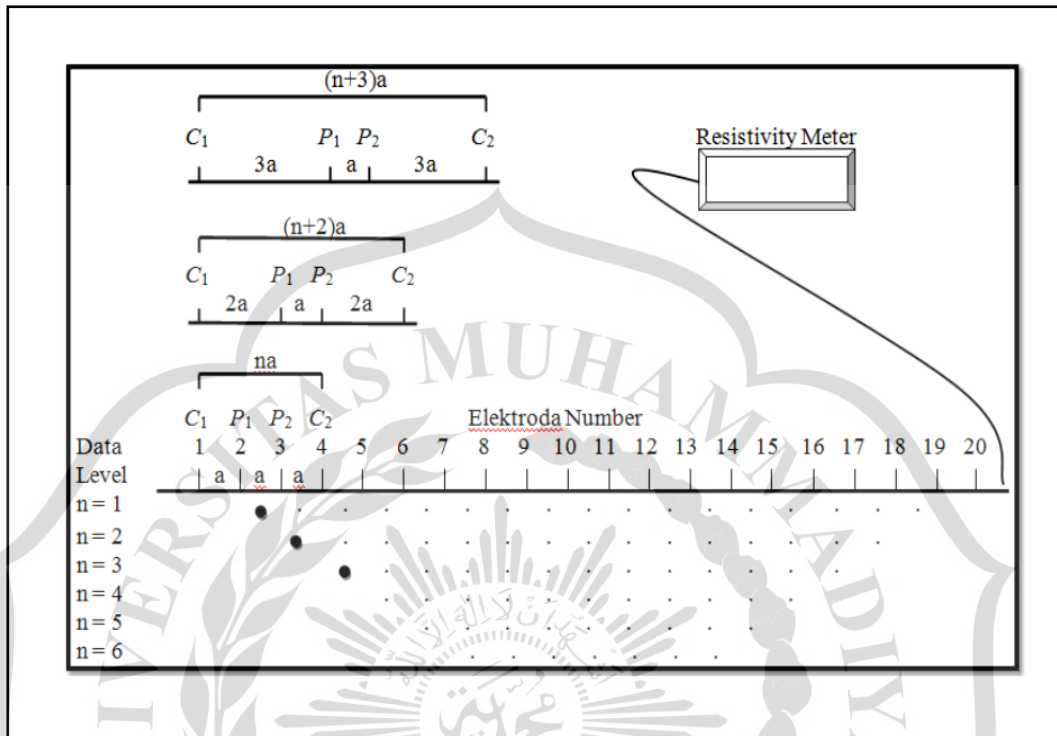
Metode geo-elektrik adalah salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan ketahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan melewatkan DC (*Direct Current*) yang memiliki tegangan tinggi di tanah (Rhesdeantia dkk, 2017). Survei geolistrik adalah salah satu metode geofisika untuk menduga kondisi hidrogeologi bawah permukaan, khususnya macam batuan dan kondisi keairan berdasarkan sifat kelistrikan batuan (Ramadhan dan Hidayat, 2017). Pada dasarnya geolistrik merupakan alat untuk mendeteksi pelapisan batuan di bawah permukaan bumi dengan prinsip utamanya adalah bahwa setiap lapisan batuan mempunyai tahanan yang berbeda-beda bila dialiri

listrik yang disebut tahanan jenis (*resistivity*) (Purnama dan Sulaswono, 2006). Dari pengukuran ini, resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan dapat diperkirakan (Islami, 2011). Berdasarkan data sifat kelistrikan batuan yang berupa nilai tahanan jenis (*resistivity*), masing-masing harga tahanan jenis dikelompokkan dan ditafsirkan dengan mempertimbangkan kondisi geologi setempat. Perbedaan sifat kelistrikan batuan antara lain disebabkan karena perbedaan macam mineral penyusun, porositas dan permeabilitas batuan (kandungan air tanah) dan sebagainya (Ramadhan dan Hidayat, 2017).

Metode geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan penggunaan pengukuran fisik pada atau di atas permukaan. Dari sisi lain geofisika mempelajari semua sisi bumi baik yang terlihat maupun tidak terlihat langsung oleh pengukuran sifat fisik dengan penyesuaian yang pada umumnya pada permukaan (Ningsih, 2017).

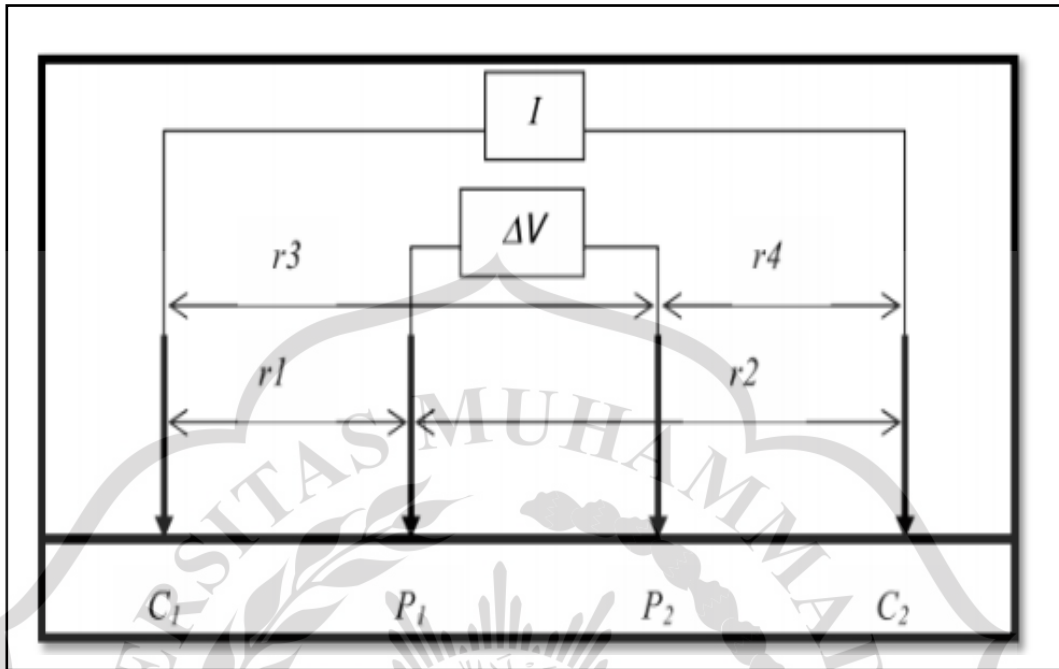
Metode geolistrik konfigurasi *Wenner-Schlumberger* merupakan gabungan antara konfigurasi *Wenner* dan *Schlumberger*. Konfigurasi ini digunakan dalam eksplorasi yang sifatnya relatif dangkal. *Wenner-Schlumberger* adalah salah satu konfigurasi paling umum digunakan untuk survei resistivitas 2D. Kedalaman rata-rata pada konfigurasi ini 10% lebih besar dari konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* juga memiliki cakupan horizontal sedikit lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi *Wenner*. Cakupan Data horisontal sedikit lebih lebar dari konfigurasi *Wenner*, tapi lebih sempit dari data yang diperoleh konfigurasi *dipole-dipole*. Dengan demikian konfigurasi *Wenner-*

*Schlumberger* saling menutupi kelemahan masing-masing konfigurasi (Telford et al, 1990 dalam Pratama, 2018).



Gambar 2.6. Pengaturan elektoda konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Telford et al, 1990 dalam Pratama, 2018).

Dua elektroda untuk mengalirkan arus  $C_1$  dan  $C_2$  beda potensialnya diukur antara 2 titik dengan dua elektroda potensial  $P_1$  dan  $P_2$ . Apabila terdapat elektroda arus  $C_1$  yang terletak pada permukaan suatu medium homogen, terangkai dengan elektroda arus  $C_2$  dan diantaranya ada dua elektroda potensial  $P_1$  dan  $P_2$  yang dibuat dengan jarak tertentu diperlihatkan Gambar dibawah ini, maka potensial yang berada di dekat titik elektroda tersebut bisa dipengaruhi oleh kedua elektroda arus.



Gambar 2.7 Dua Titik Arus di Permukaan (Telford et al, 1990 dalam Pratama, 2018).

Oleh karena itu potensial  $P_1$  yang disebabkan arus di  $C_1$  dengan memasukkan nilai fungsi jarak diatas pada Persamaan (3.14), maka potensial di titik  $P_1$  adalah

$$V_{P_1} = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Dimana  $r_1$  dan  $r_2$  adalah jarak elektroda potensial  $P_1$  terhadap elektroda elektroda arus, sedangkan potensial di titik  $P_2$  adalah

$$V_{P_2} = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right)$$

Dimana  $r_3$  dan  $r_4$  adalah jarak potensial  $P_2$  terhadap elektroda-elektroda arus. Selisih potensial antara 2 titik itu

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2}$$

sehingga :

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]$$

Berdasarkan Persamaan diatas maka besarnya tahanan jenis semu adalah

$$\rho_a = \frac{\Delta V}{I} 2\pi \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1}$$

Dimana :  $\Delta V$  = beda potensial antara  $P_1$  dan  $P_2$  (volt)

$I$  = besarnya arus yang diinjeksikan melalui elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  (ampere)

$r_1$  = jarak antara  $C_1$  dan  $P_1$  (meter)

$r_2$  = jarak antara  $C_2$  dan  $P_2$  (meter)

$r_3$  = jarak antara  $C_1$  dan  $P_2$  (meter)

$r_4$  = jarak antara  $C_2$  dan  $P_1$  (meter)

$$K = 2\pi \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right)^{-1}$$

Dimana adalah faktor geometri yang berdimensi panjang (meter), yaitu letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus mempengaruhi besar beda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Sehingga diperoleh faktor geometrik  $K$  sebagai berikut (Hendrajaya dan Arif, 1990 dalam Pratama, 2018) :

$$K = \pi n(n + 1)a$$

## F. Pemodelan 2D Res2Dinv

Penampang 2D merupakan penampang untuk menggambarkan hasil survei secara 2D dengan metode *conturing pseudosection*. *Pseudosection* memberikan gambaran tentang distribusi nilai-nilai hasil pengukuran di lapangan

yang dapat berupa resistivitas, *Percent Frequency Effect* ataupun *metal factor* di bawah permukaan bumi. Dalam hal ini posisi *plotting point* adalah titik tengah horizontal ditempatkan di tengah-tengah dalam susunan elektroda pengukuran, sedangkan titik lateral ditempatkan pada jarak yang proporsional di tengah-tengah dalam susunan elektroda pengukuran (antara elektroda  $C_1 - P_1$ ) pada arah vertikal ke bawah.

*Pseudosection* dapat dibuat secara manual pada saat pengambilan data di lapangan dengan cara memplotkan nilai resistivitas semu yang terukur, kemudian dilakukan pengkonturan. Hal ini berfungsi sebagai gambaran awal hasil pengukuran dan pengontrol kualitas data hasil pengukuran di lapangan, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai panduan interpretasi kuantitatif lebih lanjut. *Pseudosection* dihasilkan dari proses pemodelan *forward* maupun *inversi*, sehingga diperoleh nilai resistivitas yang sudah terkoreksi (*topographic effect*). Proses ini merupakan pendekatan terhadap nilai resistivitas yang sebenarnya. Kesalahan yang biasa dilakukan adalah mencoba menggunakan *pseudosection* resistivitas semu maupun sebagai gambaran akhir untuk tahap interpretasi.

*Res2Dinv* adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. Program ini dapat digunakan untuk survei menggunakan konfigurasi *Wenner*, *pole-pole*, *dipole-dipole*, *pole-dipole*, *Schlumberger*, *WennerSchlumberger* dan *array dipole-dipole ekuator*. Selain survei normal yang dilakukan dengan elektroda-elektroda di permukaan tanah, program ini juga mendukung survei *underwater* dan *cross-borehole*. Pengerjaan dalam inverse

modeling pada software *Res2Dinv* ini pada umumnya hanya dua, yaitu inversi secara otomatis dan menghilangkan efek yang jauh dari datum (titik-titik hasil pengukuran yang tidak sesuai).

Hasil inversi merupakan distribusi nilai resistivitas material bawah permukaan bumi yang disebut *Resistivity pseudosection* atau *inverse model resistivity section*. Model yang diperoleh melalui proses inverse akan selalu memiliki nilai *Residual Error* atau *Root Mean Squared Error* (RMSE). Iterasi dapat dilakukan beberapa kali untuk menurunkan nilai error yang ada. Iterasi merupakan proses perhitungan ulang dari data yang dimasukkan dalam fungsi matematis yang sama secara berulang-ulang untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Nilai RMSE berperan untuk memperlihatkan tingkat perbedaan dari pengukuran nilai resistivitas material terhadap nilai resistivitas material yang sebenarnya. Semakin besar nilai RMSE maka model yang diperoleh dari proses inversi akan semakin halus. Besar kecilnya nilai RMSE dipengaruhi oleh bentuk dan struktur bumi tempat elektroda dibenteng, misalnya adanya keberadaan gua di dalam tanah atau banyak akar pepohonan yang berada tepat di bawah bentangan (Loke, 1999 dalam Pratama, 2018).

### **G. Pemodelan Aplikasi *Surfer 13***

*Surfer* (*Surface Mapping System*) merupakan perangkat lunak untuk pengolahan dataspasial dan analisa tiga dimensi. Dalam bidang oseanografi, *Surfer* banyak digunakan untuk mengolah dan menampilkan data batimetri, topografi, arus, pola sebaran dan sebagainya. Informasi lebih lengkap mengenai *Surfer* dapat diperoleh di [www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com). *Surfer* juga mempermudah

dan mempercepat konversi data ke dalam bentuk peta kontur, plot permukaan, *wireframe*, vektor, gambar, relief, dan *post map*. Lembar kerja *Surfer* terdiri dari tiga bagian yaitu *surface plot*, *worksheet*, dan editor. *Surface plot* adalah lembar kerja yang digunakan untuk membuat tampilan dan grid. *Worksheet* adalah lembar kerja yang digunakan untuk melakukan input dan pengolahan data XYZ. Jendela editor adalah tempat yang digunakan untuk membuat atau mengolah file teks ASCII dan analisa statistik data yang di grid (Prawira, 2015).

#### **H. Penelitian Relevan**

Setya Purnama dan Budi Sulaswono (2006), dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Teknik Geolistrik Untuk Mendeteksi Persebaran Air Tanah Asin Pada Akuifer Bebas di Kota Surabaya”. Tujuan penelitian ini mengetahui persebaran air tanah asin di daerah penelitian dan mencari kemungkinan ditemukannya air tanah tawar pada akuifer tertekan. Teknik yang digunakan dengan teknik geolistrik menurut Schlumberger dengan membagi menjadi tujuh penampang pendugaan. Hasil dari penelitian menunjukkan di Kota Surabaya telah terdeteksi adanya air tanah asin dan air tanah payau, dengan jarak dari garis pantai dan ketebalan lapisan yang bervariasi.

Mohammad Sapari Dwi Hadian, dkk (2006), dalam penelitiannya berjudul “Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Air Tanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang” Tujuan penelitian ini mengetahui sebaran dan pola pengaliran air tanah baik dangkal maupun dalam, yang menjadi salah satu dasar untuk menentukan model geometri akuifer sebagai tempat menyimpan dan mengalirnya air tanah. Metode yang digunakan dengan pendekatan survei

geolistrik, pengamatan hidrogeologi di lapangan, dan data pemboran telah menghasilkan sebaran akuifer baik dangkal maupun dalam. Hasil dari penelitian ini yaitu pola pengaliran air tanah pada dua kecamatan tersebut relatif ke arah timur, dan terbentuk depresi konus aliran air tanah, terutama di Kota Tangerang.

Baso Usman (2017), dalam penelitiannya berjudul “Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger”. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi akuifer air tanah di daerah penelitian menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger. Metode yang digunakan adalah dengan membuat sebuah lintasan dengan panjang bentangan paling kecil (AB/2) 1,5 hingga panjang bentangan terjauh (AB/2) 200 m, data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan software 1P2Win untuk mendapatkan gambaran struktur bawah permukaannya. Hasil dari penelitian ini yaitu memperlihatkan bahwa akuifer Kecamatan Sedana Kota Polo berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 - 81,3  $\Omega$ m pada kedalaman lebih dari 45 m.

Wiwin Bregasnia (2019), dalam penelitiannya berjudul “Sebaran dan Pola Aliran Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik di Kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto”. Tujuan penelitian untuk mengetahui sebaran dan pola aliran air tanah di daerah penelitian. Metode yang digunakan ialah pendekatan hidrogeologi, survei geolistrik, dibatasi pada penelitian yang datanya dikumpulkan melalui sampel untuk mewakili seluruh kawasan kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Tabel 2.1 Perbandingan Antar Penelitian

No.	Nama Peneliti dan Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1	Setya Purnama dan Budi Sulaswono 2006 "Pemanfaatan Teknik Geolistrik Untuk Mendeteksi Persebaran Air tanah Asin Pada Akuifer Bebas di Kota Surabaya"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengetahui persebaran air tanah asin di daerah penelitian,</li> <li>Menganalisis faktor-faktor penyebab terdapatnya air tanah asin di daerah penelitian</li> <li>Mencari kemungkinan ditemukannya air tanah tawar pada akuifer tertekan.</li> </ul>	Teknik yang digunakan ialah dengan teknik geolistrik menurut Schlumberger dengan membagi menjadi tujuh penampang pendugaan	Penelitian ini menunjukkan bahwa di Kota Surabaya telah terdeteksi adanya air tanah asin dan air tanah payau, dengan jarak dari garis pantai dan ketebalan lapisan yang bervariasi.
2	Mohammad Sapari Dwi Hadian, Undang Mardiana, Oman Abdurrahman, dan Munib Ikhwatun, 2006 "Sebaran Akuifer Dan Pola Aliran Air tanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengetahui sebaran dan pola pengaliran air tanah baik dangkal maupun dalam, yang menjadi salah satu dasar untuk menentukan model geometri akuifer sebagai tempat menyimpan dan mengalirnya air tanah</li> <li>Mengidentifikasi konservasi air tanah</li> </ul>	Pendekatan survei geolistrik, pengamatan hidrogeologi di lapangan, dan data pemboran telah menghasilkan sebaran akuifer baik dangkal maupun dalam.	Penelitian ini menunjukkan bahwa pola pengaliran air tanah pada dua kecamatan tersebut relatif ke arah timur, dan terbentuk depresi konus aliran air tanah, terutama di kota Tangerang. Kondisi demikian menunjukkan dua penyebab yang memungkinkan, yaitu perkembangan lensa-lensa yang secara alamiah terbentuk pada daerah tersebut, atau pengambilan air tanah yang berlebihan di zona tersebut.
3	Baso Usman, 2017 "Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi akuifer air tanah di Kecamatan Sendana Kota Palopo menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger</li> </ul>	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan membuat sebuah lintasan dengan panjang bentangan paling kecil (AB/2) 1,5 hingga panjang bentangan terjauh (AB/2) 200 m, kemudian melakukan pengukuran resistivitymeter, data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan software 1P2Win untuk mendapatkan gambaran struktur bawah permukaannya.	Hasil interpretasi yang didapat dari penelitian ini yaitu memperlihatkan bahwa akuifer Kecamatan Sedana Kota Polo berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 - 81,3 $\Omega$ m pada kedalaman lebih dari 45 m.
4	Wiwin Bregasnia, 2019 "Sebaran Dan Pola Aliran Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Di Universitas Muhammadiyah Purwokerto"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengetahui sebaran dan pola aliran air tanah di Universitas Muhammadiyah Purwokerto</li> </ul>	Metode yang digunakan ialah pendekatan hidrogeologi, survei geolistrik, dibatasi pada penelitian yang datanya dikumpulkan melalui sampel untuk mewakili seluruh kawasan sekitar kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto Kabupaten Banyumas	Sebaran air tanah berada pada kedalaman air tanah 5 meter dari permukaan tanah sedangkan kedalaman akuifernya 40 meter dari permukaan air laut, sehingga dilihat dari jenis-jenis air tanah termasuk jenis air tanah dangkal yaitu < 100 meter, jika dilihat dari kedudukan air tanah termasuk akuifer bebas. Pola aliran air tanah yang dihasilkan dari pembuatan peta kontur air tanah menunjukkan bahwa air tanah bergerak mengarah dari arah barat laut menuju ke tenggara, yakni daerah lepasan air tanah yang berupa mata air di dalam aluvium dan juga material gunungapi andesit-basalt.

## I. Landasan Teori

Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah di alam, namun demikian sejalan dengan meningkatnya taraf hidup manusia, maka kebutuhan air pun meningkat pula, sehingga akhir-akhir ini air menjadi barang yang mahal.

Air tanah adalah air yang eksistensinya berada pada lapisan di bawah permukaan tanah. Kedalaman letak air tanah tidak sama pada setiap tempat, karena kedalaman air tanah sangat tergantung pada jenis tanah permukaan dan kedudukan lapisan tanah yang menyimpan air tanah tersebut. Permukaan yang merupakan bagian atas dari tubuh air itu disebut muka air tanah atau permukaan freatik. Kedalaman air yang terdapat pada sumur-sumur yang digali merupakan cerminan kedalaman air tanah pada suatu tempat.

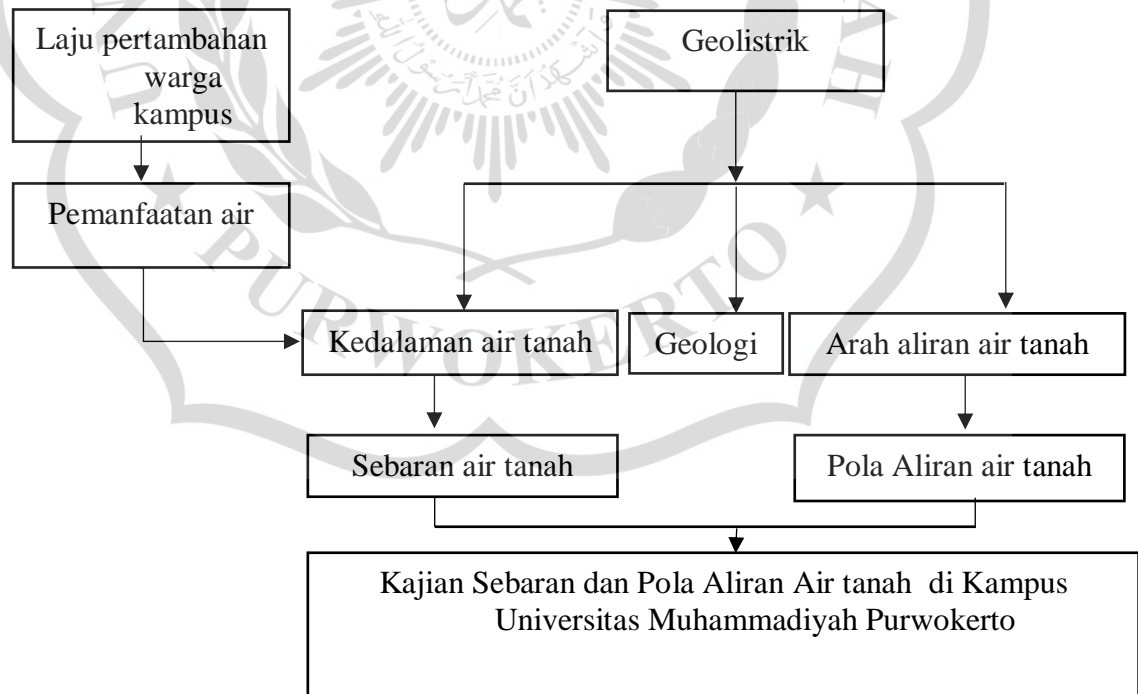
Air tanah terbagi atas air tanah dangkal, air tanah dalam, mata air sedangkan berdasarkan kedudukannya dalam formasi geologi maka air tanah dikelompokkan ke dalam 4 jenis yaitu air tanah bebas, air tanah tertekan, air tanah semi tertekan, akuifer melayang.

Geolistrik adalah suatu metode eksplorasi geofisika untuk menyelidiki keadaan bawah permukaan dengan menggunakan sifat-sifat kelistrikan batuan. Sifat-sifat kelistrikan tersebut adalah, antara lain. tahanan jenis (*specific resistivity*) *conductivity*, *dielectrical constant*, kemampuan menimbulkan *self potential* dan medan induksi serta sifat menyimpan potensial dan lain-lain.

Air yang kita gunakan sehari-hari telah menjalani siklus meteorik, yaitu telah melalui proses penguapan (*precipitation*) dari laut, danau, maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer, dan kemudian menjadi hujan yang turun

ke permukaan bumi. Air hujan yang turun ke permukaan bumi tersebut ada yang langsung mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Air yang langsung mengalir di permukaan bumi tersebut ada yang mengalir ke sungai, sebagian mengalir ke danau, dan akhirnya sampai kembali ke laut. Sementara itu, air yang meresap ke bawah permukaan bumi melalui dua sistem, yaitu sistem air tidak jenuh (*vadous zone*) dan sistem air jenuh. Sistem air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi, dan gaya tektonik, serta struktur bumi yang membentuk cekungan air tanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang kita kenal dengan akuifer (*aquifer*).

#### J. Kerangka Pikir



Gambar 2.8. Kerangka Pikir

## **K. Hipotesis**

Menurut Guló (2000) Hipotesis adalah suatu pernyataan yang pada waktu diungkapkan belum diketahui kebenarannya, tetapi memungkinkan untuk diuji dalam kenyataan empiris. Oleh karena itu hipotesis yang ditemukan ialah:

1. Sebaran air tanah di Kampus Universitas Muhammadiyah Purwokerto kedalaman  $< 100$  meter
2. Pola arah aliran air tanah ke arah tenggara

