

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

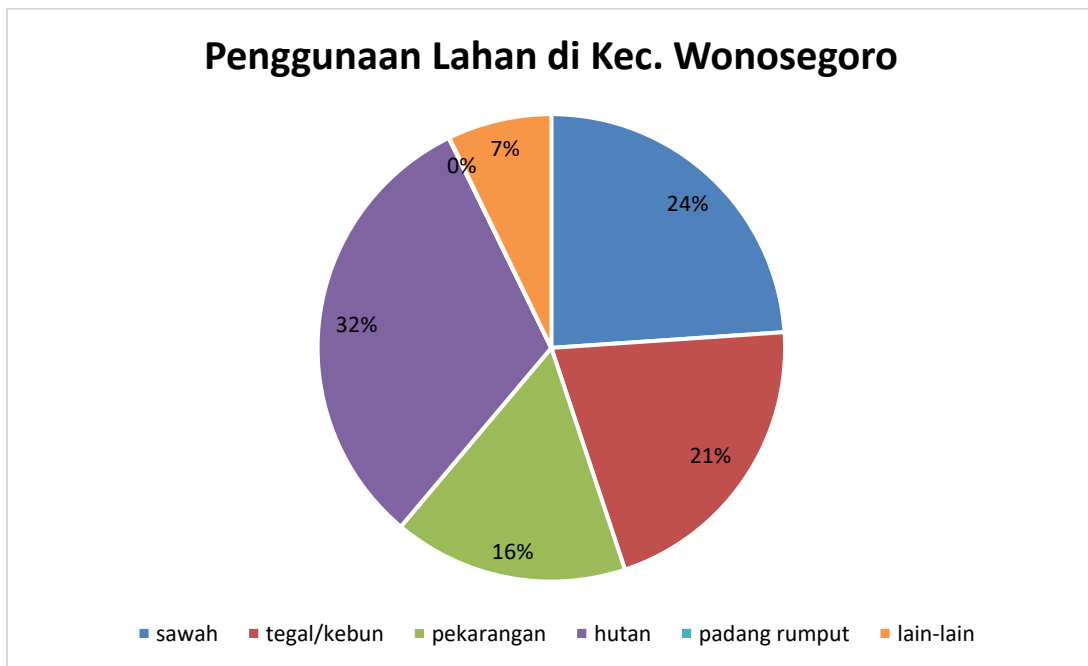
Beragam sumber air digunakan oleh manusia dalam usaha memenuhi kebutuhannya. Sumber air tawar terbesar yang digunakan oleh manusia dan cukup mudah diakses oleh manusia adalah airtanah (Vörösmarty, et al., 1997). Penggunaan airtanah untuk memenuhi kebutuhan air minum memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan air lainnya. Travis (1977, dalam Sudarmadji, 1990) mengemukakan bahwa keuntungan menggunakan airtanah antara lain: (i) kualitasnya relatif lebih baik dibandingkan air permukaan dan tidak terpengaruh musim, (ii) cadangan airtanah lebih besar dan mudah diperoleh, dan (iii) tidak memerlukan tandon dan jaringan transmisi untuk mendistribusikannya, sehingga biayanya lebih murah.

Kondisi airtanah yang berbeda-beda di setiap wilayah menjadikan tidak semua airtanah dapat digunakan untuk konsumsi manusia. Menurut Santosa (2006), terdapat lima hal yang dapat mempengaruhi karakteristik airtanah, yaitu: (i) asal mula pembentukan bentuklahan; (ii) lingkungan pengendapan; (iii) komposisi mineral dari aquifer; (iv) proses dan pola aliran airtanah; dan (v) waktu tinggal airtanah di dalam aquifer. Salah satu sifat airtanah yang menarik untuk dikaji adalah airtanah dengan kadar salinitas tinggi atau airtanah asin.

Airtanah asin merupakan suatu keadaan dimana air yang terdapat di dalam tanah secara struktur mengandung mineral berupa NaCl (Natrium Klorida) yang tinggi karena faktor tertentu. Faktor tersebut diantaranya karena pengaruh sedimentasi mineral yang terperangkap pada suatu lapisan batuan dan terakumulasi dalam kurun waktu yang lama (Davis et al., 1966). Airtanah asin biasa dijumpai di daerah pesisir pantai dan delta. Menurut Soedjono (2002), menyatakan bahwa air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar, hal ini karena adanya degradasi lingkungan. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi karena fenomena air pasang naik. Saat air laut meluap, masuk ke median sungai. Kemudian terjadi pendangkalan di sekitar sungai sehingga

air asin ini masuk ke dalam airtanah dangkal dan menjadi payau. Hal ini menjadikan penelitian mengenai airtanah asin serta hubungannya dengan kondisi geologi dan geomorfologi di sekitarnya menjadi sesuatu yang menarik untuk dilakukan. Salah satu lokasi ditemukannya airtanah asin ini berada di Kabupaten Boyolali bagian utara yaitu Kecamatan Wonosegoro.

Kecamatan Wonosegoro terletak pada ketinggian 100-400 meter dari permukaan air laut. Hal tersebut juga mempengaruhi dari penggunaan lahan di wilayah ini. Penggunaan lahan di Kecamatan Wonosegoro yang terdiri dari tanah sawah dengan luas 1.239,3 ha, tanah tegal/kebun seluas 1.085,9 ha, tanah pekarangan seluas 841,3 ha, hutan negara seluas 1.637,7 ha, padang rumput seluas 2,5 ha, dan lain-lain dengan luas 372,5 ha. (BPS Kabupaten Boyolali, 2020). Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1.1. Penggunaan Lahan di Kecamatan Wonosegoro Tahun 2019
Sumber: BPS Kabupaten Boyolali, 2020

Karakteristik alam dapat dilihat dari suatu fenomena atau gejala alam. Karakteristik inilah yang sering kali muncul untuk kita pahami. Manusia dituntut untuk

memahami kejadian itu agar ada sinkronisasi diantara keduanya. Ada suatu fakta menarik bahwa di Kabupaten Boyolali, terdapat suatu fenomena jebakan air garam di beberapa desa yang tersebar di Kecamatan Wonosegoro.

Penyebab adanya rasa asin yang terjadi pada kasus ini serupa dengan gejala intrusi, tetapi tidak sama dengan intrusi yang terjadi di daerah dekat pantai. Syahputra (2009) menyatakan bahwa penyebab intrusi air laut di Kota Semarang adalah adanya penyedotan air bawah tanah yang berlebihan dan tidak terkendali. Hal tersebut merupakan hal yang biasa terjadi karena berdekatan dengan pantai, kejadian ini biasa dikenal dengan intrusi air laut. Berbeda dengan lokasi pada wilayah ini, karena pada dasarnya Kecamatan Wonosegoro Kabupaten Boyolali termasuk kedalam dataran tinggi, sehingga lokasi ini tidak mungkin akan adanya intrusi air laut.

Kecamatan Wonosegoro memiliki kondisi kualitas airtanah yang tergolong payau dan asin. Namun, yang menjadi kejanggalan adalah antara sumur satu dengan yang lain memiliki perbedaan rasa meskipun jarak antar sumur tersebut berdekatan. Sasaran penelitian ini adalah airtanah yang ditinjau dari penyebab dan persebarannya.

Hariyadi (2006) menyebutkan kawasan Wonosegoro termasuk kedalam area laut purba yang terangkat ke permukaan, dengan bentangan antara Cepu (kawasan Bledug Kuwu) dan ke arah barat daya menuju Boyolali dan Sangiran. Jebakan mineral juga mungkin terjadi ketika magma mendingin dan air yang dilepaskan tidak sebagai air murni karena mengandung mineral yang larut dalam magma seperti NaCl. Suhu yang tinggi akan meningkatkan efektivitas pembentukan endapan mineral garam. Pendugaan tersebut didukung dari hasil survei yang dilakukan ke sumur-sumur penduduk sekitar dan ternyata airnya terasa asin.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persebaran airtanah asin beserta jenis perlapisan batuanannya. Pendugaan geolistrik sangat sesuai dengan tujuan penelitian, dengan asumsi bahwa nilai resistivitas batuan sama untuk suatu lapisan horizontal (homogen lateral), maka untuk pendugaan geolistrik dapat menggunakan beberapa metode, yakni *Lateral Mapping* dan *Vertical Electrical Souding (VES)*.

Metode resistivitas *lateral mapping* digunakan untuk mengetahui perbedaan resistivitas secara arah lateral (Hariyadi, 2006). Keuntungan metode ini adalah kemampuan untuk menampilkan citra bawah permukaan secara horizontal di area tertentu. Sedangkan untuk metode *Vertical Electrical Sounding (VES)*, Kirsch (2009) menjelaskan bahwa VES adalah metode yang digunakan untuk melihat perlapisan struktur bawah permukaan bumi seperti batuan sedimen, lapisan akuifer, lapisan batuan beku dan batas pelapukan batuan beku tersebut. Metode VES adalah metode yang digunakan untuk meneliti airtanah asin pada penelitian ini.

Keberadaan airtanah yang terpengaruh oleh media pembawanya, dapat berakibat pada tingginya kandungan unsur kimia dalam airtanah, seperti: Fe^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} dan lainnya, sehingga airtanah menjadi tidak baik digunakan untuk suatu keperluan (Santosa, 2009). Salah satu kondisi airtanah adalah airtanah berasa asin. Konsumsi air asin dengan kandungan natrium berlebihan dapat menimbulkan keracunan yang dalam keadaan akut menyebabkan edema dan hipertensi (Almatsier, 2001). Adanya airtanah asin di suatu wilayah juga akan memberikan kesulitan tersendiri bagi masyarakat yang tinggal di dalamnya, misalnya di lokasi penelitian. Setiap datangnya musim kemarau, masyarakat setempat hanya mengandalkan pasokan air dari tempat lain yang memiliki airtanah tawar guna untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari. Oleh karena itu, penelitian mengenai airtanah, khususnya airtanah asin menjadi sesuatu yang penting supaya masyarakat Kecamatan Wonosegoro dapat memiliki lokasi pengambilan airtanah yang tepat untuk memenuhi keperluan sehari-hari.

1.2 Perumusan Masalah

Kecamatan Wonosegoro sebuah kecamatan di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah yang memiliki kandungan airtanah payau dan asin. Kandungan airtanah asin ditemukan pada kedalaman 5 meter di salah satu desa misalnya di desa Banyusri. Menurut Bapak Sarwani, seorang penggali sumur bor airtanah asin ini tidak hanya ditemukan di Desa Banyusri saja, akan tetapi juga meliputi banyak desa lain yang tersebar di Kecamatan Wonosegoro. Airtanah asin ini ditemukan pada wilayah yang memiliki lapisan

lempung hitam. Adanya kandungan airtanah asin ini juga telah dibuktikan melalui penelitian yang dilakukan oleh Santosa (2006).

Berdasarkan uraian permasalahan yang sudah dijelaskan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana persebaran spasial jebakan airtanah asin dan jenis perlapisan batuanannya di daerah penelitian?
2. Apa penyebab adanya airtanah asin di daerah penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memetakan persebaran spasial jebakan airtanah asin beserta jenis perlapisan batuanannya di lokasi penelitian.
2. Menganalisis penyebab terdapatnya airtanah asin di lokasi penelitian.

1.4 Kegunaan Penelitian

1.4.1 Kegunaan dalam Bidang Keilmuan

Penelitian ini dapat dipergunakan untuk menambah khasanah pengembangan pustaka ilmu pengetahuan secara umum dan secara khusus pada bidang keilmuan geografi serta dapat digunakan sebagai referensi bagi yang akan melakukan penelitian sejenis. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap kajian-kajian dan teori-teori yang berkaitan dengan metode geolistrik dan bidang keilmuan geografi pada umumnya.

1.4.2 Kegunaan Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat praktis sebagai berikut:

- a. Bagi Peneliti, dengan melakukan penelitian ini maka peneliti telah mengaplikasikan ilmu yang didapat semasa perkuliahan, dalam hal ini untuk mengidentifikasi Jebakan Airtanah Asin Menggunakan Pendugaan Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Kecamatan Wonosegoro, Kabupaten Boyolali

- b. Bagi Pendidikan, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya dan memberikan informasi mengenai gambaran fenomena jebakan airtanah asin untuk bidang keilmuan geografi.
- c. Bagi Masyarakat, penelitian ini nantinya akan memberikan gambaran jebakan airtanah asin guna menambah wawasan bagi masyarakat untuk lebih mengenal potensi yang terdapat di kawasan masyarakat sekitar.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.5.1.1 Jebakan Mineral Garam

1.5.1.1.1 Airtanah

Airtanah sangat erat kaitannya dengan lapisan akuifer. Lapisan akuifer adalah lapisan batuan pembawa air. Airtanah adalah air yang mengisi celah-celah batuan dibawah permukaan tanah pada zona jenuh air (*saturated zone*) (Walton, 1970; Todd, 1980; Fetter, 1994 dalam Santosa dan Adji, 2014). Airtanah merupakan salah satu sumber air tawar yang dapat dimanfaatkan manusia (Purnama & Marfai, 2012). Akuifer atau lapisan pembawa air, secara geologi merupakan suatu lapisan batuan yang banyak mengandung air, dimana batuan pada lapisan tersebut mempunyai sifat-sifat yang khas dengan permeabilitas dan porositas air yang cukup baik. Biasanya lapisan pasir (*Sandstone*) atau lapisanlainnya yang mengandung pasir (Bowen, 1986). Keberadaannya di bumi merupakan jumlah air tawar yang paling banyak di bandingkan dengan sumber air tawar yang lain kecuali air tawar yang berbentuk es di kutub (Todd, 1980 dan *Zohdy et al.*, 1980). Hal ini yang menyebabkan airtanah memiliki peranan yang besar bagi pemenuhan kebutuhan air manusia di bumi.

Airtanah adalah salah satu bentuk air yang berada di sekitar bumi kita dan terdapat di dalam tanah (Sutandi, 2012). Airtanah ini merupakan salah satu sumber air, ada saatnya airtanah ini bersih tetapi terkadang keruh sampai kotor, tetapi pada umumnya terlihat jernih. Airtanah sangat banyak digunakan untuk

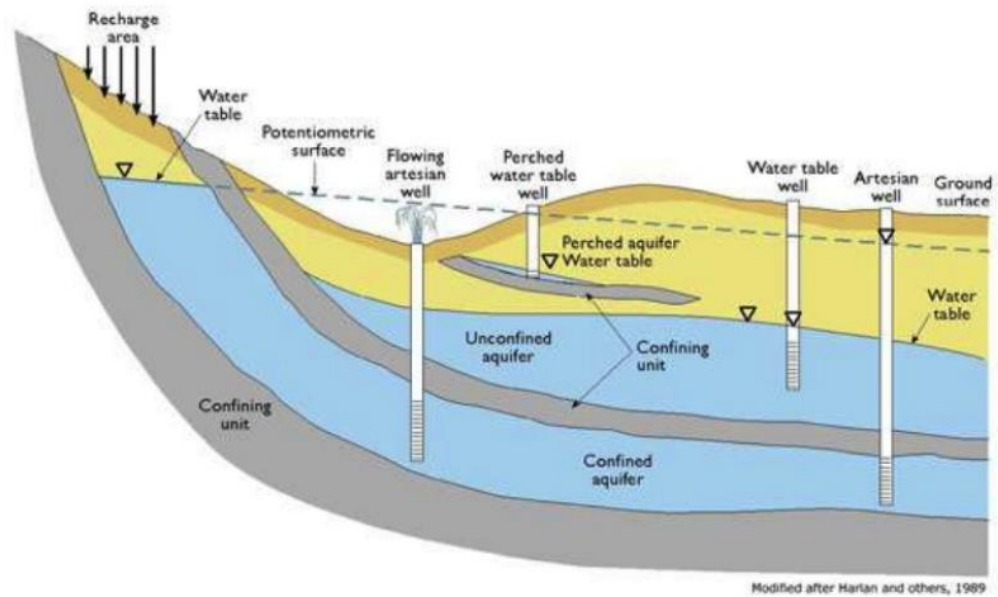
memenuhi kebutuhan air manusia karena beberapa alasan, yakni memiliki kualitas yang relatif baik serta relatif lebih sulit untuk mengalami pencemaran dibandingkan dengan air permukaan. Namun demikian, airtanah di suatu wilayah memiliki batas aman tertentu untuk dapat dimanfaatkan. Pemanfaatan yang berlebihan (melebihi hasil aman suatu akuifer) dapat menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya airtanah (Purnama *et al.*, 2013).

Dalam kajian ilmu hidrogeologi, lapisan akuifer airtanah dipengaruhi oleh lapisan batuan penyusunnya. Jenis batuan tersebut umumnya berupa pasir, batu pasir, lempung, kerikil dan lanau. Aspek pendugaan lapisan akuifer ini berdasarkan sifat air yang dapat melewati celah antar butiran batu pasir dan kerikil sehingga dapat diindikasikan bahwa material pembawa air yang baik yaitu jenis batuan pasir, lempung, kerikil dan lanau seperti yang disebutkan diatas.

Adapun jenis batuan lempung (*clay*) merupakan pembatas lapisan akuifer karena bersifat kedap air, mengingat bahwa jarak antar celah butiran lempung (*clay*) yang sangat kecil. Namun, seringkali pembatas lapisan akuifer dapat berupa lapisan batuan yang memiliki porositas rendah seperti andesit, granit, basalt, dan batuan lainnya yang bersifat padat dan kompak.

1.5.1.1.2 *Aquifer*

Aquifer adalah sebuah badan batuan tembus air yang mampu menyimpan airtanah, mampu dimanfaatkan dalam pembuatan sumur serta dapat keluar menjadi mata air. Kruseman & de Ridder (2000) yang mendefinisikan *aquifer* sebagai unit geologi yang tembus dan jenuh air serta cukup untuk menyimpan air sehingga dapat dieksploitasi dalam bentuk sumur. Todd & Mays (2005) mengungkapkan ada tiga jenis *aquifer* seperti ditunjukkan pada gambar 2 Ketiga jenis *aquifer* tersebut adalah:



Gambar 1.2. Penampang melintang tipe aquifer (Todd & Mays, 2005)

1) Akuifer bebas (*unconfined aquifer*)

Merupakan *aquifer* dengan muka airtanah bervariasi dalam bentuk dan kemiringannya, tergantung pada area imbuhan (*recharge*), area pelepasan (*discharge*), pemompaan dari sumur serta permeabilitasnya. Perubahan ketinggian pada muka airtanah berpengaruh pada perubahan volume simpanan air di dalam *aquifer*. Kasus dari akuifer bebas yang cukup spesial adalah *perched aquifer* (akuifer menggantung).

Aquifer menggantung terjadi ketika suatu tubuh airtanah terpisah dari tubuh airtanah utama akibat adanya perlapisan batuan yang relatif tidak tembus air namun dalam ukuran yang relatif kecil berada di atas muka airtanah bebas. Dalam kasus ini, zona aerasi masih ditemukan di bawah akuifer menggantung. Lensa lempung dalam deposit endapan sering memiliki airtanah menggantung yang dangkal di atasnya. Sumur yang bersumber dari akuifer menggantung hanya berlangsung sementara atau hanya menghasilkan air dalam jumlah sedikit.

2) Akuifer tertekan (*confined aquifer*)

Merupakan akuifer dengan airtanah berada di antara dua perlapisan batuan yang relatif kedap air. Tekanan airtanah pada akuifer ini lebih tinggi daripada tekanan atmosfer. Apabila terdapat lubang atau celah pada perlapisan batuan kedap air di atasnya, airtanah akan menyembur keluar hingga muka *piezometric* (mata air artesis).

3) Akuifer bocor (*Leaky aquifer*)

Merupakan suatu lapisan pembawa air dimana airtanah terletak di bawah lapisan yang setengah kedap air (akuitar), sehingga akifer disini terletak diantara akifer bebas dan akifer tertekan. Pada akifer ini jika dilakukan pemompaan yang kuat pada akifer bebas atau akifer tertekan akan menyebabkan air mengalir tidak hanya horizontal saja, namun juga vertikal melintasi lapisan akuitar yang semi kedap air, ke atas maupun ke bawah (Priyana, Y dan Danardono, 2020).

1.5.1.1.3 Salinitas Airtanah

Salinitas merujuk pada kehadiran zat terlarut anorganik utama terlarut (dasarnya Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , K^+ , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, HCO_3^- , NO_3^- dan $\text{CO}_3^{=}$) dalam sampel air (Rhoades, et al., 1999). Sementara itu, menurut Wibisono (2004) salinitas merupakan kadar garam (padatan) terlarut dalam air. Satuan salinitas adalah per mil (‰), yaitu jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air. Nilai salinitas diukur dari segi total konsentrasi garam larut. Secara lebih praktis, pengukuran nilai salinitas dilakukan dengan pengukuran nilai Daya Hantar Listrik (DHL) / Electrical Conductivity (EC) dari zat terlarut, karena keduanya berkaitan erat (US Salinity Laboratory Staff, 1954 dalam Rhoades, et al., (1999)).

DHL adalah nilai yang menunjukkan kemampuan sebuah media untuk membawa arus listrik. Dikarenakan nilai DHL dan konsentrasi garam terlarut dalam zat cair berhubungan erat, DHL umumnya digunakan untuk

mengekspresikan total konsentrasi garam terlarut dari sampel air. Satuan nilai DHL yang lazim digunakan adalah mikro-mhos per sentimeter ($\mu\text{mhos/cm}$), atau dalam mili-mhos per sentimeter (mmhos/cm). Dalam Sistem Satuan Internasional (SI), kebalikan dari Ω adalah siemens (S). Dalam sistem SI, satuan DHL ditulis sebagai siemens per meter (S/m), atau sebagai *decisiemens* per meter (dS/m). Satu dS/m setara dengan satu mmhos/cm (Rhoades, et al., 1999). Alat untuk mengukur nilai DHL dinamakan *Electrical Conductivity Meter* (EC-Meter).

Berdasarkan nilai DHL-nya, tingkat salinitas airtanah dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori (Santosa dan Adji, 2014). Keempat kategori tersebut adalah: (1) airtanah tawar dengan nilai DHL $<1.200 \mu\text{mhos/cm}$, (2) airtanah payau dengan nilai DHL $1.200\text{-}2.500 \mu\text{mhos/cm}$, (3) airtanah asin dengan nilai DHL $2.500\text{-}4.500 \mu\text{mhos/cm}$ dan (4) airtanah sangat asin dengan nilai DHL $>4.500 \mu\text{mhos/cm}$. Pemetaan nilai DHL digunakan sebagai acuan dalam penentuan lokasi pengujian geolistrik.

Airtanah tawar umumnya banyak ditemukan pada zona yang paling aktif terlibat dalam siklus air dan biasanya berada pada lokasi yang dangkal. Airtanah tawar berusia relatif muda dan lebih sering terisi ulang kembali. Sebaliknya, sebagian besar garam terdapat pada airtanah yang berada pada kondisi diam, berada jauh di kedalaman dan mungkin telah ada selama ribuan atau bahkan jutaan tahun. Proses pelarutan terus-menerus dalam kurun waktu geologi yang lama menjadikan kandungan mineral dalam airtanah semakin melimpah. Dengan demikian, salinitas airtanah cenderung meningkat dengan meningkatnya kedalaman (Weert, et al., 2009). Selain itu, terdapat beragam sebab lain yang menjadikan airtanah memiliki nilai salinitas tinggi seperti ditunjukkan pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1 Asal Mula Pembentukan Airtanah Asin

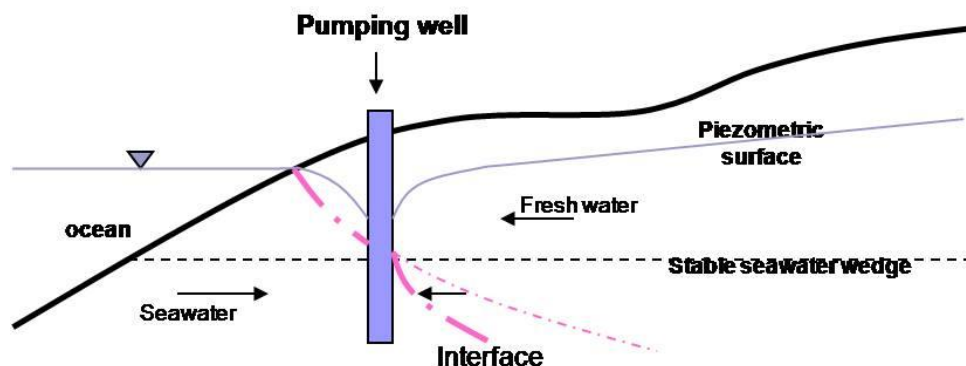
Kelas Asal Mula Utama	Kategori Mekanisme Asal Mula Proses Salinisasi	Tipe Lingkungan pada saat Proses Pembentukan
A0 Asal Mula Lingkungan Pembentukan Perairan Laut	A1. <i>Connate</i> air asin	Zona pesisir (<i>off-shore</i>)
	A2. Intrusi oleh transgresi air laut	Zona pesisir (<i>off-shore</i>)
	A3. Intrusi oleh insiden banjir laut saat ini	Zona pesisir (<i>off-shore</i>)
	A4. Intrusi lateral air laut	Zona pesisir (<i>off-shore</i>)
	A5. Intrusi percik air laut (aerosol)	Zona pesisir (<i>off-shore</i>)
	A6. Campuran proses A2 dan A3	Zona pesisir (<i>on and off-shore</i>)
	A7. Campuran proses A1, A2, A3	Zona pesisir (<i>on and off-shore</i>)
B0 asal Mula Lingkungan Pembentukan Darat (Alami)	B1. Terjadi karena evaporasi (konsentrasi)	Muka airtanah dangkal pada wilayah kering
	B2. Terjadi karena pelarutan garam bawah permukaan	Zona tektonik garam atau halit regional atau formasi larut lainnya
	B3. Terjadi karena efek penyaringan membran garam	Pada kedalaman laut di cekungan sedimen tebal yang mengandung lapisan semipermeable
	B4. Pancaran dari air juvenil dan produk lain dari batuan beku	Wilayah aktivitas batuan beku
	B5. Campuran dari proses B1 dan B2	Zona muka airtanah dangkal pada wilayah kering dan aquifer yang mengandung formasi mudah larut

C0 Asal Mula Lingkungan Pembentukan Darat (Antropogenik)	C1. Terjadi karena irigasi (imbuhan sisa air terkonsentrasi)	Wilayah kering dan semi-kering: kedalaman yang dangkal
	C2. Airtanah yang tercemar aktivitas manusia	Dimana saja di bumi, umumnya pada wilayah dengan masyarakat modern yang konsumtif
D0 Asal Mula Pembentukan Campuran	D0 terjadi karena campuran proses A0, B0, dan C0 dengan air tawar atau dengan tipe air asin yang lain	Dimana saja di bumi; gradient hidrolis memepererat proses pencampuran

Sumber: Weert, et al., (2009)

1.5.1.1.4 Intrusi Air Laut

Fenomena intrusi air laut adalah suatu kondisi ketidakstabilan airtanah yang diindikasikan terjadinya penyusupan air laut kedalam akuifer airtanah (pada gambar 3) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Kadoaite (1996), faktor tersebut diantaranya pertambahan penduduk yang terus meningkat sehingga menyebabkan pengambilan airtanah melebihi daya produksi suatu akuifer atau menyebabkan perbedaan tekanan hidrostatik air tawar dan air laut, banjir rob, dan lain sebagainya.



Gambar 1.3. Terjadinya Intrusi/Perembesan Air Laut (Sutandi, 2012)

Di daerah pesisir, penurunan permukaan airtanah akan mengakibatkan perembesan air laut ke daratan (instrusi), karena tekanan airtanah menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan air laut (Sutandi, 2012). Menurut Soedjono (2002), menyatakan bahwa air payau terjadi karena intrusi air asin ke air tawar, hal ini karena adanya degradasi lingkungan. Pencemaran air tawar juga dapat terjadi karena fenomena air pasang naik. Saat air laut meluap, masuk ke median sungai. Kemudian terjadi pendangkalan di sekitar sungai sehingga air asin ini masuk ke dalam airtanah dangkal dan menjadi payau.

Gejala intrusi air laut ini sering ditemukan di daerah pesisir pantai, sebagai contoh gejala intrusi air laut di kota Semarang, Kelurahan Karangayu. Fenomena tersebut diidentifikasi berdasarkan litologi batuan disekitar lokasi penelitian yang menunjukkan adanya intrusi air laut pada lapisan airtanah permukaan dalam akuifer tanah endapan lumpur (*alluvial*) yang terdiri atas campuran pasir (*sand*), batu pasiran dan lempung (*clay*) ± 30 meter dari permukaan tanah (Sukmaya *et al.*, 2015).

Dampak negatif dari adanya intrusi/perembesan air laut ini diantaranya menurunnya kualitas airtanah yang ada disekitar pesisir, amblesnya tanah karena pengeksplotasian air secara berlebihan, dan bagi tumbuhan (kecuali tumbuhan rawa/mangrove) yaitu menyebabkan daun menjadi layu dan perubahan metabolisme akar.

1.5.1.1.5 Airtanah Asin dan Jebakan Air Laut Purba/*Connate Water*

Sumber utama dari airtanah adalah air hujan masuk kedalam tanah atau badan air seperti sungai dan mengalami proses perkolasi menuju akuifer. Sumber airtanah selain air hujan dapat juga berasal dari dalam tanah meskipun jumlah yang relative kecil. Menurut Todd (1980), salah satu dari sumber tersebut yaitu *Connate water* atau kantong air yang terperangkap dalam lapisan tanah dan terjadi pada saat proses pengendapan. Air kantong tersebut erat kaitannya dengan airtanah asin.

Airtanah asin merupakan suatu keadaan dimana air yang terdapat di dalam tanah secara struktur mengandung mineral berupa NaCl (Natrium Klorida) yang tinggi karena faktor tertentu. Faktor tersebut diantaranya karena pengaruh sedimentasi mineral yang terperangkap pada suatu lapisan batuan dan terakumulasi dalam kurun waktu yang lama (Davis et al., 1966). Menurut Hariyadi (2006), jebakan mineral juga mungkin terjadi ketika magma mendingin dan air dilepaskan, namun tidak sebagai air murni karena mengandung mineral yang larut dalam magma seperti NaCl. Suhu yang tinggi akan meningkatkan efektifitas pembentukan endapan mineral garam.

Menurut Soemarto sebagaimana dikutip oleh Syahputra (2009), ada bermacam-macam cara air asin dapat bercampur dengan air permukaan di daerah delta dan pantai, salah satunya adalah *connate water* yaitu air yang terjebak dalam rongga-rongga batuan sedimen. Peristiwa jebakan air laut juga terjadi dikawasan Bledug Kuwu, di sekitar area semburan lumpur panas. Menurut Atmiati (2011) peristiwa intrusi air garam di Bledug Kuwu terletak pada akuifer dangkal. Kemungkinan lapisan tanah di area ini berupa pasir sehingga pori-porinya banyak diisi oleh air garam. Intrusi air garam di sisi Barat maupun Selatan tidak sebesar di Tengah Bledug Kuwu (dekat pusat letupan).

1.5.1.2 Metode Geolistrik Resistivitas

Menurut Dorbin et al., (1998), geofisika secara luas bergerak dalam pekerjaan eksplorasi berupa seismik, grafitasi, geomagnet, geolistrik, georadar, dan *well logging*. Tujuan utama dari kegiatan eksplorasi geofisika adalah untuk membuat model bawah permukaan bumi atau bisa juga diatas permukaan bumi dari ketinggian tertentu. Pada pengukuran lapangan, data geofisika yang terukur antara lain dapat berupa densitas, kecepatan gelombang seismic, modulus bulk, hambatan jenis batuan, suseptibilitas magnet dan lain sebagainya yang termasuk besaran fisis sebagai karakteristik bawah permukaan bumi (Supriyanto, 2007).

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik didalam bumi dan bagaimana mendeteksinya dipermukaan bumi. Metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*DirectCurrent*) yang mempunyai tegangan listrik tertentu kedalam tanah. Arus listrik yang diinjeksikan kedalam perut bumi akan memberikan respon tegangan (*voltage*) yang berbeda-beda karena perbedaan nilai tahanan jenis batuan yang dilalui.. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial, arus dan medan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi.

Metode geolistrik dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan parameter yang diukur, antara lain *self-potensial (SP)*, *metode magneto-telluric (MT)*, *metode induced polarization (IP)*, *metode control source audio magneto-telluric (CSAMT)*, dan metode *resistivity* (tahanan jenis).

Injeksi arus listrik ini menggunakan dua buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Sedangkan dua elektroda potensial yang berada di dalam konfigurasi digunakan untuk mengukur beda potensialnya (Broto & Afifah, 2008:120). Metode resistivitas umumnya digunakan untuk eksplorasi dangkal, sekitar 300 – 500 m.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan memanfaatkan metode geolistrik resistivitas ini, misalnya oleh Hutomo (2016) yang melakukan investigasi arah Goa bawah tanah di Sukolilo, Kabupaten Pati. Kemudian, Supriyadi *et al.*, (2013) yaitu untuk mencari sebaran limbah di TPA Jatibarang, Semarang. Hasilnya menunjukkan bahwa pola sebaran limbah meresap ke dalam tanah dan sebarannya menuju ke sungai Kreo pada kedalaman antara 19,1 meter s.d. 37 meter.

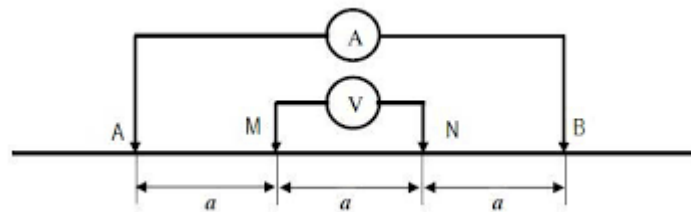
Besarnya nilai resistivitas tidak dapat diukur secara pasti untuk masing-masing jenis material. Menurut (Todd, 1980) resistivitas Formasi batuan memiliki skala yang luas yang bergantung pada material, densitas, porositas,

ukuran dan bentuk pori, keberadaan dan kualitas air serta temperatur. Selanjutnya (Todd, 1980) menambahkan pula bahwa tidak ada batas pasti untuk nilai resistivitas variasi batuan. Seperti contoh batuan beku dan metamorf memiliki nilai diantara 102 – 108 ohm-m, batuan sedimen dan batuan lepas memiliki nilai antara 100 – 104 ohm-m. Menurut (Sporry, 2004) batuan biasanya memiliki resistivitas yang lebih tinggi karena batuan terdiri dari gumpalan mineral yang resisten seperti mineral Feldspar, Kuarsa, Kalsit dan Dolomit. Akan tetapi ada beberapa mineral yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik dengan baik (konduktif) seperti mineral lempung, magnetite, hematite, graphite, pyrite, pyrotite dan mineral sulphidic. Resistivitas batuan dikontrol oleh dua komponen yaitu partikel yang solid dan pengisi ruang antara pori. Pori yang terisi air memiliki nilai resistivitas yang rendah begitu sebaliknya. Sementara (Lowrie, 2007) menambahkan bahwa konduktivitas batuan juga dipengaruhi oleh mineral terlarut dan kandungan garam di dalamnya.

Metode yang digunakan dalam pengukuran geolistrik ada bermacam – macam. Seiring perkembangan zaman metode – metode tersebut terus di kembangkan untuk mencapai tujuan – tujuan tertentu dalam memenuhi kebutuhan penelitian. Salah satu metode yang sudah umum digunakan adalah *Vertikal Electrical Sounding (VES)*. Menurut (Kirsch, 2009), VES adalah metode yang digunakan untuk melihat perlapisan struktur bawah permukaan bumi seperti batuan sedimen, lapisan akuifer, lapisan batuan beku dan batas pelapukan batuan beku tersebut. Selanjutnya (Kirsch, 2009) menambahkan bahwa hasil yang diperoleh dari survey VES menghasilkan kenampakan berupa jumlah lapisan, ketebalan lapisan dan menunjukkan nilai resistivitas material tersebut. Prinsip seperti refleksi seismik dengan resolusi tinggi pada VES kini berkembang dengan sangat pesat karena mampu memberikan informasi secara detil dan terperinci (Overmeeren & Ritsema, 1988). Nilai resistivitas batuan yang direkam di dapat dari arus listrik yang mengalir pada elektroda yang kemudian memberikan informasi nilai resistivitas pada resistivity meter. Akan tetapi metode VES ini

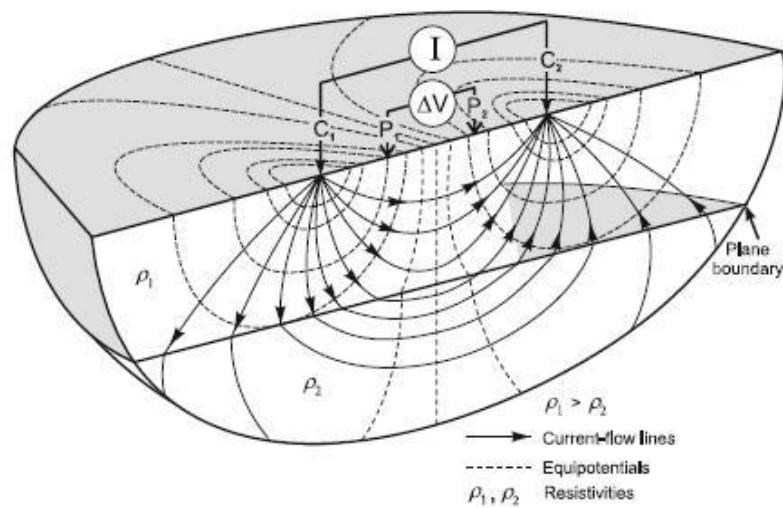
merupakan teknik pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan data titik berupa informasi vertikal per lapisan batuan. Oleh karena itu, data yang diperoleh adalah data resistivitas yang berubah sesuai dengan kedalamannya dan tidak dapat menunjukkan arah (Loke, 2000).

Metoda pengukuran geolistrik secara umum ditunjukkan pada gambar 4. Pembacaan tegangan (*voltage*) di permukaan bumi yaitu dengan multimeter yang terhubung pada elektroda potensial M dan N, selanjutnya dengan perbedaan nilai tegangan tersebut dapat diketahui hambatan jenis dari bahan yang dilalui arus listrik berupa lapisan batuan. Skema aliran arus listrik dibawah permukaan bumi dalam bentuk medium setengah bola ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 1.4. Metoda Pengukuran Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivity)

(Knodel *et al.*, 2007)



Gambar 1.5. Siklus Aliran Arus Listrik pada Elektroda Arus dan Elektroda Potensial (Knodel *et al.*, 2007)

Dalam gambar 4 menunjukkan suatu skema aliran arus listrik (*current flow*) dibawah permukaan dengan 2 elektroda arus (A dan B) dan 2 elektroda potensial (M dan N). Semakin jauh jarak A dan B maka aliran arus listrik akan semakin dalam jangkauannya kedalam tanah seperti gambar 4 diatas. Setengah jarak A menuju B kemudian disebut AB/2. Garis ekipotensial didefinisikan sebagai garis yang menghubungkan semua titik-titik yang berbeda pada potensial yang sama, karena energi potensial tidak berubah saat muatan uji bergerak pada permukaan ekipotensial (Giancolli, 2001).

Metode geolistrik resistivitas ini sangat sesuai digunakan untuk pencarian airtanah karena air yang ada di dalam perut bumi akan sangat sensitif terhadap arus listrik. Metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan pencemaran airtanah (limbah) atau hal lain yang termasuk dalam polutan airtanah (Ebraheem, 1996). Bumi dianalogikan sebagai resistor dan air adalah larutan elektrolit yang dengan mudah mengalirkan listrik, maka besar atau kecilnya nilai resistivitas batuan dipengaruhi oleh unsur air yang terdapat ada rongga batuan dan air yang melewati batuan. Dalam pendugaan tahanan jenis digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut.

- a. Di bawah permukaan tanah terdiri dari lapisan-lapisan dengan ketebalan tertentu dengan bidang batas antar lapisan adalah horizontal.
- b. Setiap lapisan dianggap homogen isotropis (nilai tahanan jenisnya sama dan isotropis adalah tahanan jenisnya akan menyebar ke segala arah dengan harga yang sama).

Material batuan yang ada di dalam bumi digunakan sebagai media pengantar arus listrik. Nilai tahanan jenis yang dihasilkan akan digunakan untuk melakukan rekonstruksi kondisi bawah permukaan. Rekonstruksi kondisi bawah permukaan dapat disusun secara vertikal sehingga diketahui

susunan perlapisan bawah batuan secara vertikal yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan kedalaman, ketebalan serta tipe lapisan. Konfigurasi Schlumberger merupakan salah satu angkaian dalam geolistrik yang digunakan untuk mengetahui ketebalan material yang ada di dalam bumi ke arah vertikal (Krisch, 2009). Penggunaan geolistrik menggunakan dua pasang elektroda yaitu sepasang elektroda arus dan sepasang elektroda potensial. Elektroda arus berfungsi untuk mengalirkan arus listrik ke dalam tanah. Elektroda potensial berfungsi untuk mengukur perubahan potensial yang terjadi di dalam bumi (Purnama, 2010).

Resistivitas batuan ditentukan oleh jenis material penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air (kegaraman) dan porositas batuan. Batuan yang jenuh air akan memiliki harga resistivitas lebih rendah dibandingkan dengan batuan yang kering. Batuan yang mengandung banyak mineral lempung memiliki harga resistivitas yang rendah karena material lempung dapat menghantarkan listrik. Semakin besar nilai porositasnya maka tingkat resistivitasnya semakin rendah, dan semakin tinggi tingkat kegaraman (salinitas) maka semakin rendah nilai resistivitasnya (Riyadi, 2004).

Beberapa penelitian terdahulu membuktikan bahwa pengaruh kandungan air akan menurunkan nilai tahanan jenis suatu batuan, besar kecilnya penurunan nilai tahanan jenis tergantung pada kandungan air yang ada di dalam pori-pori batuan (Santosa, 2002). Material batuan memiliki harga resistivitas yang bervariasi yang dapat dilihat pada tabel 1.2. berikut.

Table 1.2. Variasi Tahanan Jenis Material Batuan

Resistivitas (Ω)	Jenis Material
50 – 100	<i>Topsoil</i>
-	<i>Air (Udara)</i>
0.01 – 100	<i>Pyrite (Pirit)</i>
500 – 800000	<i>Quartz (Kwarsa)</i>
1x10 ¹² -x10 ¹³	<i>Calcile (Kalsit)</i>
30.1 x 10 ¹³	<i>Rock Salt (Garam Batu)</i>

200 – 10000	<i>Granite</i> (Granit)
1.7x10 ² -45x10 ⁴	<i>Andesite</i> (Andesit)
200 – 100000	<i>Basalt</i> (Basal)
500 – 100000	<i>Limestones</i> (Gamping)
200 – 8000	<i>Sandstone</i> (Batu Pasir)
20 – 2000	<i>Shales</i> (Batu Tulis)
1 – 1000	<i>Sand</i> (Pasir)
1 – 100	<i>Clay</i> (Lempung)
0.5 – 300	<i>Ground Water</i> (Airtanah)
1 – 120	<i>Claystones</i> (Batu Lempung)
0.01 – 1000	<i>Magnetite</i> (Magnesit)
600 – 10000	<i>Dry Gravel</i> (Kerikil Kering)
10 – 800	<i>Alluvium</i> (Aluvium)
100 - 600	<i>Gravel</i> (Kerikil)

Sumber: Telford, 1990

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terhadap kajian jebakan air garam atau air asin merupakan kajian yang akan terus berkembang setiap waktu, terlebih lagi meneliti di tempat yang tidak berbatasan langsung dengan laut, namun memiliki airtanah yang asin ini sangat sesuai untuk dikaji lebih lanjut oleh para peneliti. Sukmaya, Fajar (2017) melakukan pemelitian berjudul “Identifikasi Fenomena Jebakan Air Garam Melalui Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Desa Ngalik, Kecamatan Sambu Boyolali”. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengidentifikasi litologi lapisan tanah lokasi kajian geolistrik, mengidentifikasi hidrogeologi daerah penelitian, dan untuk mengetahui persebaran lapisan pembawa air asin melalui variasi resistivitas bawah permukaan di lokasi penelitian. Penelitian ini menggunakan metode survey yaitu dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan geolistrik dengan menggunakan metode lateral *mapping* dan *Vertical Electrical Sounding (VES)*.

Hasil dari penelitian ini yaitu nilai resistivitas jenis batuan penyusun daerah kajian adalah berupa singkapan *rock salt*, andesit, lempung, dan batu pasir yang tersebar di beberapa titik dengan nilai resistivitas antara 6,15 s.d 173 Ω m. Airtanah

permukaan terdapat pada kedalaman kurang dari 25 meter di bawah permukaan. Keberadaan airtanah tersebut merupakan infiltrasi air hujan dalam litologi lempung pasir. Jebakan air garam masih terdapat di daerah ini, dengan nilai resistivitasnya yang kecil (0.50 s.d $1.16 \Omega\text{m}$) tersebar secara dominan pada jarak lintasan 75 meter dan tersebar dengan kedalaman kurang dari 20 meter.

Lisan, Ahmad Rif'an Khoirul (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Identifikasi Jebakan Airtanah Asin Menggunakan Pendugaan Geolistrik di Wilayah Kabupaten Klaten, Jawa Tengah". Untuk melakukan penelitian tersebut, peneliti menggunakan metode survey lapangan pengukuran sumur dan pengambilan sampel airtanah dengan *purposive sampling* berdasarkan DHL. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat adanya jebakan airtanah payau-asin dengan nilai resistivitas sebesar $0-15 \Omega$ meter hingga sekitar kedalaman 60 mdpl. Airtanah bersalinitas tinggi ini merupakan hasil jebakan air laut Pliosen pada kala Pleistosen yang terdapat pada lapisan lempung. Di bawah lapisan airtanah payau-asin ini dijumpai airtanah tawar dengan nilai resistivitas $15 - 600 \Omega$ meter. Kedalaman serta ketebalan airtanah payau-asin ataupun tawar berbeda antara satu tempat dengan tempat lain tergantung dari struktur geologi bawah permukaan.

Penelitian selanjutnya juga dilakukan oleh Latifah, Dina (2013) yaitu terkait "Analisis DHL Airtanah Asin dan Dampak pada Peralatan Rumah Tangga di Kecamatan Grogol" ini membuktikan bahwa penyebaran DHL yang cukup tinggi di Kecamatan Grogol yakni ada dua desa yakni Desa Telukan dan Desa Parangjoro dengan besaran antara 2230 mhos/cm – 7760 mhos/cm. Dampak yang ditimbulkan oleh airtanah asin di daerah dengan nilai DHL tinggi sebagian besar memiliki kerusakan berat, meliputi warna kekuningan pada pakaian, berkaratnya alat dapur, berkeraknya perabotan sumur, dan rapuhnya tembok dan bangunan.

Kasus airtanah asin di Kota lain juga dibuktikan oleh Yolanda, Suci (2017) tentang "Aplikasi Metode Geolistrik untuk Mengidentifikasi Airtanah Asin di Wilayah Kepesisiran Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang". Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendugaan geolistrik menggunakan metode

Vertical Electrical Sounding (VES) dan konfigurasi Schlumberger serta pengukuran DHL. Hasil pendugaan geolistrik ini diolah dengan *software* IP2WIN dan *Rockwork*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian menyimpan airtanah bersalinitas cukup tinggi (payau-asin) dengan nilai resistivitas 0 – 25 Ω meter. Lempung merupakan material yang dominan ditemukan mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman 10 meter sesuai dengan log resistivitas dan korelasi antar titik-titik pendugaan dan merupakan suatu akuiklud. Jenis akuifer yang ada wilayah penelitian adalah akuifer tertekan, lapisan akuifer berada diatas lapisan penekan (lempung). Airtanah asin hanya ditemukan pada bagian Utara dekat dengan laut dan tidak menyebar hingga ke bagian Selatan.

Hal yang sama juga dibuktikan oleh Atmiati, Susi (2011) terkait “Aplikasi Metode Geolistrik untuk Menentukan Intrusi Air Garam di Sekitar Bledug Kuwu Grobogan” dengan metode yang sama yaitu metode survey dengan menggunakan pendugaan geolistrik metode VES, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pada jarak sejauh 100 m dari area Bledug Kuwu masih terjadi intrusi air garam, baik dari sisi Barat maupun Selatan. Intrusi air garam di sisi Barat terjadi mulai kedalaman sekitar 11 m. Sedangkan di sisi Selatan terjadi mulai kedalaman sekitar 6,5 m. Di Tengah area Bledug Kuwu, intrusi terjadi mulai kedalaman sekitar 7,5 m. Resistivitas tanah yang terintrusi air garam di Tengah area Bledug Kuwu adalah 0,53 Ω m – 5,4 Ω m. Sedangkan di sisi Barat, sekitar 0,921 Ω m – 4,22 Ω m dan di Selatan sekitar 0,717 Ω m – 4,00 Ω m.

Persamaan dan perbedaan antara penelitian dari penulis dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu untuk persamaan terletak pada metode dan salah satu tujuan penelitian. Sedangkan untuk perbedaannya terletak pada tujuan dan lokasi penelitian. Persamaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu sama-sama menggunakan metode pendugaan geolistrik dengan metode VES dan konfigurasi *schlumberger*, sedangkan untuk perbedaannya yaitu pada salah satu tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis penyebab faktor adanya airtanah asin di lokasi penelitian, dimana pada penelitian sebelumnya

belum ada yang membahas terkait hal tersebut. Supaya lebih jelasnya, tabel 3 berikut menjelaskan perbedaan dari penelitian penulis dan penelitian-penelitian sebelumnya.

Table 1.3. Ringkasan Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
2017. Sukmaya, Fajar	Identifikasi Fenomena Jebakan Air Garam Melalui Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Desa Ngalik, Kecamatan Sambu Boyolali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi litologi lapisan tanah lokasi kajian geolistrik 2. Mengidentifikasi hidrogeologi daerah penelitian 3. Mengetahui persebaran lapisan pembawa air garam melalui variasi nilai resistivitas bawah permukaan di Desa Ngalik, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Pendugaan geolistrik metode VES dan konfigurasi <i>schlumberger</i> 	Berdasarkan nilai resistivitasnya jenis batuan penyusun daerah kajian adalah berupa singkapan <i>rock salt</i> , andesit, lempung, dan batu pasir yang tersebar di beberapa titik dengan nilai resistivitas antara 6,15 s.d 173 Ω m. Airtanah permukaan terdapat pada kedalaman kurang dari 25 meter di bawah permukaan. Keberadaan airtanah tersebut merupakan infiltrasi air hujan dalam litologi lempung pasir. Jebakan air garam masih terdapat di daerah ini, dengan nilai resistivitasnya yang kecil (0.50 s.d 1.16 Ω m) tersebar secara dominan pada jarak lintasan 75 meter dan tersebar dengan kedalaman kurang dari 20 meter.
2017. Lisan, Ahmad Rif'an Khoirul	Identifikasi Jebakan Airtanah Asin Menggunakan Pendugaan Geolistrik di Wilayah Kabupaten Klaten, Jawa Tengah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi pola persebaran jebakan airtanah asin 2. Mengetahui jenis perlapisan batuan di wilayah tersebut 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Pendugaan geolistrik metode VES dengan 	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat adanya jebakan airtanah payau-asin dengan nilai resistivitas sebesar 0-15 Ω meter hingga sekitar kedalaman 60 mdpl. Airtanah bersalinitas tinggi ini merupakan hasil jebakan air laut Pliosen pada kala

			analisa kimia airtanah	Pleistosen yang terdapat pada lapisan lempung. Di bawah lapisan airtanah payau-asin ini dijumpai airtanah tawar dengan nilai resistivitas 15 - 600 Ω meter. Kedalaman serta ketebalan airtanah payau-asin ataupun tawar berbeda antara satu tempat dengan tempat lain tergantung dari struktur geologi bawah permukaan.
2013. Latifah, Dina	Analisis DHL Airtanah Asin dan Dampak pada Peralatan Rumah Tangga di Kecamatan Grogol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui letak penyebaran DHL 2. Menentukan kadar DHL tinggi di daerah penelitian 3. Mendeskripsikan dampak airtanah dengan kadar DHL tinggi terhadap peralatan rumah tangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Laboratorium 	Penyebaran DHL tinggi airtanah asin di Kecamatan Grogol terdapat di dua desa, yakni Desa Telukan dan Desa Parangjoro yang terdiri atas 10 dukuh, dengan besaran antara 2230 mhos/cm – 7760 mhos/cm. Dampak yang ditimbulkan oleh airtanah asin di daerah dengan nilai DHL tinggi sebagian besar memiliki kerusakan berat, meliputi warna kekuningan pada pakaian, berkaratnya alat dapur, berkeraknya perabotan sumur, dan rapuhnya tembok dan bangunan.
2017. Yolanda, Suci	Aplikasi Metode Geolistrik untuk Mengidentifikasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui karakteristik akuifer 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Pendugaan geolistrik 	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian menyimpan airtanah bersalinitas cukup tinggi (payau-asin)

	Airtanah Asin di Wilayah Kepesisiran Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang	2. Untuk mengetahui persebaran airtanah asin di Wilayah Kepesisiran Kecamatan Rembang, Kabupaten Rembang	metode VES dan konfigurasi <i>Schlumberger</i> <ul style="list-style-type: none"> • Teknik <i>Purposive Sampling</i> 	dengan nilai resistivitas 0 – 25 Ω meter. Lempung merupakan material yang dominan ditemukan mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman 10 meter sesuai dengan log resistivitas dan korelasi antar titik-titik pendugaan dan merupakan suatu akuiklud. Jenis akuifer yang ada wilayah penelitian adalah akuifer tertekan, lapisan akuifer berada diatas lapisan penekan (lempung). Airtanah asin hanya ditemukan pada bagian Utara dekat dengan laut dan tidak menyebar hingga ke bagian Selatan.
2011. Atmiati, Susi	Aplikasi Metode Geolistrik untuk Menentukan Intrusi Air Garam di Sekitar Bledug Kuwu Grobogan	Untuk mengetahui daerah di sekitar Bledug Kuwu Grobogan yang terintrusi air garam	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Pendugaan geolistrik metode VES dan konfigurasi <i>schlumberger</i> 	Pada jarak sejauh 100 m dari area Bledug Kuwu masih terjadi intrusi air garam, baik dari sisi Barat maupun Selatan. Intrusi air garam di sisi Barat terjadi mulai kedalaman sekitar 11 m. Sedangkan di sisi Selatan terjadi mulai kedalaman sekitar 6,5 m. Di Tengah area Bledug Kuwu, intrusi terjadi mulai kedalaman sekitar 7,5 m. Resistivitas tanah yang terintrusi air garam di Tengah area Bledug Kuwu adalah 0,53 Ω m – 5,4 Ω m. Sedangkan di sisi Barat, sekitar 0,921

				$\Omega\text{m} - 4,22 \Omega\text{m}$ dan di Selatan sekitar $0,717 \Omega\text{m} - 4,00 \Omega\text{m}$.
2020, Sulistiani	Identifikasi Jebakan Airtanah Asin Menggunakan Pendugaan Geolistrik Di Kecamatan Wonosegoro, Kabupaten Boyolali	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memetakan persebaran spasial jebakan airtanah asin beserta jenis perlapisan batuanannya di lokasi penelitian. 2. Menganalisis penyebab terdapatnya airtanah asin di lokasi penelitian. 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei • Laboratorium • Pendugaan geolistrik metode VES dan konfigurasi <i>schlumberger</i> dengan analisis kimia airtanah • Teknik <i>Purposive sampling</i> 	-

Sumber: Telaah Pustaka, 2020

1.6 Kerangka Penelitian

Studi tentang sumber daya air pada dasarnya selalu dilakukan menyangkut dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Hal ini penting untuk menentukan kondisi suatu wilayah mengenai kualitas lingkungan airnya, sehingga dapat ditentukan strategi pengelolaannya, yakni variabel yang keadaannya sangat gawat sehingga perlu upaya perbaikan atau variabel yang keadaannya sudah baik dan perlu upaya untuk mempertahankannya.

Air tawar adalah salah satu kebutuhan dasar manusia. Sumber pemenuhan air tawar terbesar yang digunakan manusia adalah airtanah. Pada kondisi tertentu, airtanah tidak dapat digunakan untuk konsumsi manusia, salah satunya karena memiliki nilai salinitas yang tinggi (airtanah asin).

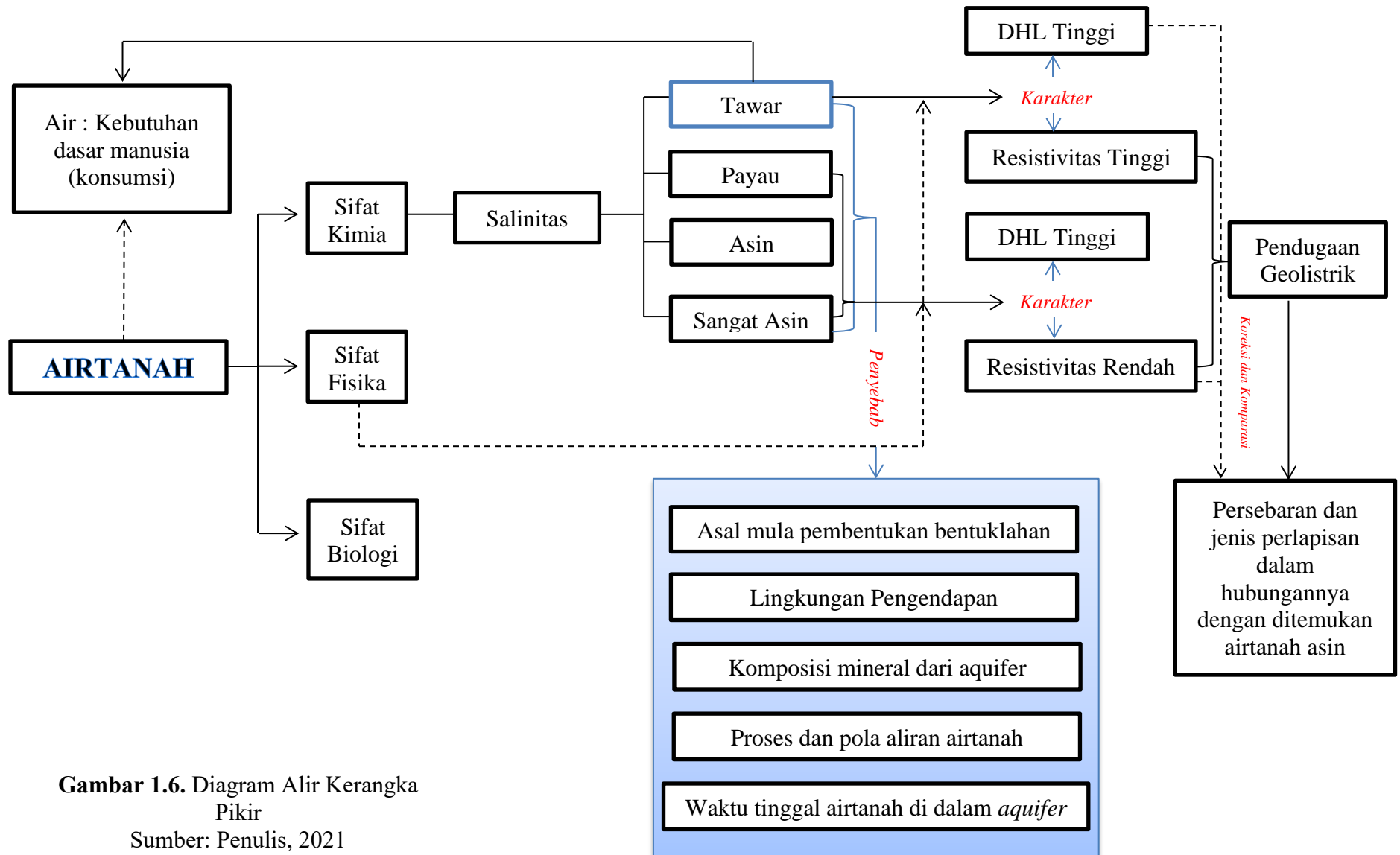
Airtanah asin dapat terjadi karena beragam hal. Paling sedikit terdapat lima hal yang dapat mempengaruhi karakteristik airtanah, yaitu: (i) asal mula pembentukan bentuklahan; (ii) lingkungan pengendapan; (iii) komposisi mineral dari aquifer; (iv) proses dan pola aliran airtanah; dan (v) waktu tinggal airtanah di dalam aquifer. Salah satu usaha untuk mengatasi permasalahan airtanah asin adalah dengan memetakan persebaran airtanah asin tersebut dan juga mengetahui jenis perlapisan tanahnya.

Airtanah asin memiliki karakteristik hantaran listrik yang khas berkaitan dengan tingkat salinitasnya. Semakin tinggi salinitas airtanah, maka semakin tinggi juga DHL-nya. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat salinitas airtanah, maka akan semakin rendah nilai resistivitasnya. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai salinitas (juga DHL), semakin banyak ion yang mampu menghantarkan arus listrik. Dengan demikian, nilai DHL bertambah dan nilai tahanan jenis (hambatannya) menjadi semakin berkurang. Sifat hantaran listrik air dan aquifer yang demikian merupakan dasar dari penyelidikan menggunakan metode geolistrik.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke bawah permukaan bumi. Arus listrik

ini akan memberikan tegangan yang berbeda sesuai dengan kondisi bawah permukaan. Besaran arus listrik yang dilepaskan dan tegangan listrik yang ditangkap ini digunakan untuk mengetahui persebaran nilai resistivitas per lapisan batuan di bawah permukaan. Dengan demikian, persebaran airtanah asin dan airtanah tawar beserta jenis per lapisan batuan yang mengandungnya dapat diketahui. Hal ini akan membantu masyarakat dalam melakukan penggalian sumur sehingga mereka akan semakin mudah mendapatkan airtanah tawar.

Selanjutnya, diagram alir kerangka pikir dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini



Gambar 1.6. Diagram Alir Kerangka Pikir

Sumber: Penulis, 2021

1.7 Batasan Operasional

- a. **Airtanah** adalah air yang mengisi celah- celah batuan dibawah permukaan tanah pada zona jenuh air (*saturated zone*) (Walton, 1970; Todd, 1980; Fetter, 1994 dalam Santosa dan Adji, 2014).
- b. **Aquifer** merupakan unit geologi yang tembus dan jenuh dengan air serta cukup untuk menyimpan air sehingga dapat dieksploitasi dengan sumur (Kruseman dan Ridder, 2000)
- c. **Salinitas** adalah kadar garam (padatan) terlarut dalam air. Satuan salinitas adalah per mil (‰), yaitu jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air (Wibisono, 2004)
- d. **Daya Hantar Listrik** (EC) adalah nilai (angka) yang menunjukkan kemampuan sebuah media untuk membawa arus listrik. DHL umumnya digunakan sebagai mengekspresikan total konsentrasi garam terlarut dari sampel air (Rhoades, et al., 1999).
- e. **Geolistrik** merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dengan cara mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah (Rolia, 2011).
- f. **Resistivitas Airtanah**. Resistivitas dari suatu material didefinisikan sebagai sesuatu yang secara numerik sama dengan tahanan (R) dari suatu spesimen dalam satu unit dimensi tertentu (Zohdy, et al., 1990). Resistivitas batuan ditentukan oleh jenis material penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air (kegaraman) dan porositas batuan (Riyadi, 2004).
- g. **Konfigurasi Geolistrik** adalah susunan elektroda yang digunakan di dalam uji geolistrik (Loke, 2000).