

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Makassar termasuk Kota besar dengan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini yang membawa dampak kepada peningkatan kebutuhan lahan dan permintaan akan pemenuhan kebutuhan pelayanan dan prasarana kota yang dapat berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan seperti degradasi lingkungan dan bencana alam. Salah satu permasalahan yang sering terjadi setiap tahunnya adalah masalah banjir. Hampir setiap tahun bencana banjir di Makassar terjadi pada setiap datangnya musim penghujan. Katimbang merupakan salah satu daerah yang sering terkena banjir. Secara administrasi Katimbang terletak di Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan (Mahardy, 2014).

Air merupakan sumberdaya alam yang sangat berperan penting dalam kehidupan. Air yang digunakan pada dasarnya berasal dari air hujan yang jatuh ke bumi dan tersimpan menjadi air tanah dan keluar dalam bentuk mata air maupun badan air yang kemudian dimanfaatkan makhluk hidup. Pergerakan air hujan yang jatuh kebumi akan diteruskan ke dua arah, yaitu limpasan atau aliran permukaan secara horizontal (*run-off*) dan air yang bergerak secara *vertical*. Fenomena banjir disebabkan oleh beberapa faktor yang meliputi intensitas presipitasi, volume limpasan air hujan, rentang waktu presipitasi dan tingkat urbanisasi serta faktor-faktor lainnya. Pembangunan gedung-gedung yang umumnya kurang memperhatikan ketersediaan ruang terbuka hijau berdampak terhadap semakin berkurangnya bidang resapan air. Air hujan yang masuk ke dalam tanah pada saat proses presipitasi akan mengalami proses infiltrasi (Annisa, 2018).

Infiltrasi adalah proses penyerapan air ke dalam tanah, yang biasanya melalui permukaan tanah. Mekanisme infiltrasi melibatkan tiga proses utama yang tidak memengaruhi satu sama lain, yaitu masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah, penampungan air hujan dalam tanah, dan aliran air ke tempat lain. Faktor utama yang mempengaruhi infiltrasi antara lain air hujan dan air tanah. Hujan adalah *hydrometeor* yang jatuh dalam bentuk partikel air berdiameter 0.5 mm

atau lebih. *Hydrometeor* yang mencapai tanah disebut hujan, sedangkan yang tidak sampai ke tanah disebut *Virga*. Selain itu, hujan juga dapat diartikan sebagai perubahan bentuk dari cair menjadi padat yang membentuk awan berat sehingga jatuh ke permukaan bumi (Arianto dkk, 2021).

Air tanah adalah sumber daya alam yang penting untuk mendukung kehidupan dan aktivitas pembangunan. Hingga saat ini, air tanah masih menjadi sumber utama untuk memenuhi kebutuhan air baku bagi masyarakat, baik untuk air minum, rumah tangga, irigasi, maupun industri, sehingga merupakan kekayaan alam yang esensial bagi banyak orang. Air tanah yang dieksploitasi secara berlebihan melampaui potensi yang ada, air tanah dapat mengalami penurunan kuantitas dan kualitas, serta berdampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Geometri cekungan air tanah secara alami dibatasi oleh batas-batas hidrologis yang dikendalikan oleh kondisi geologi dan hidrogeologi setempat. Hubungan antara struktur geologi seperti kekar, sesar, dan lipatan dengan kondisi hidrogeologi sangat erat kaitannya (Devy, 2018).

Lokasi penelitian berada pada daerah Katimbang, kota Makassar. Daerah ini dijadikan lokasi penelitian karena seiring berkembangnya zaman daerah ini jadi padat pemukiman, sehingga terjadi pemadatan tanah yang kemudian akan mempengaruhi laju meresapnya air hujan ke dalam tanah. Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat mengungkapkan laju Infiltrasi pada kawasan Katimbang, kota Makassar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perubahan laju infiltrasi seiring berjalannya waktu di lokasi penelitian?
2. Dampak yang akan terjadi apabila volume laju infiltrasi lebih kecil dibandingkan dengan intensitas curah hujan?
3. Kelayakan pembuatan sumur resapan di lokasi penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis laju Infiltrasi seiring waktu pada lokasi penelitian.

2. Menganalisis kelayakan pembuatan sumur resapan pada lokasi penelitian.
3. Menganalisis dampak yang dapat ditimbulkan apabila volume laju Infiltrasi lebih kecil di bandingkan dengan intensitas air hujan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat membantu dalam menentukan kapasitas penyerapan tanah yang dapat digunakan dalam perencanaan dan desain sistem drainase, pengendalian banjir, dan pengelolaan air hujan.

1.5 Ruang Lingkup/Asumsi perancangan

Penelitian ini dilakukan secara langsung di lokasi penelitian (Katimbang Kota Makassar) dan di Laboratorium Lingkungan Tambang Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan untuk melihat laju infiltrasi pada daerah Katimbang dengan metode tes infiltrasi dan metode Horton.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

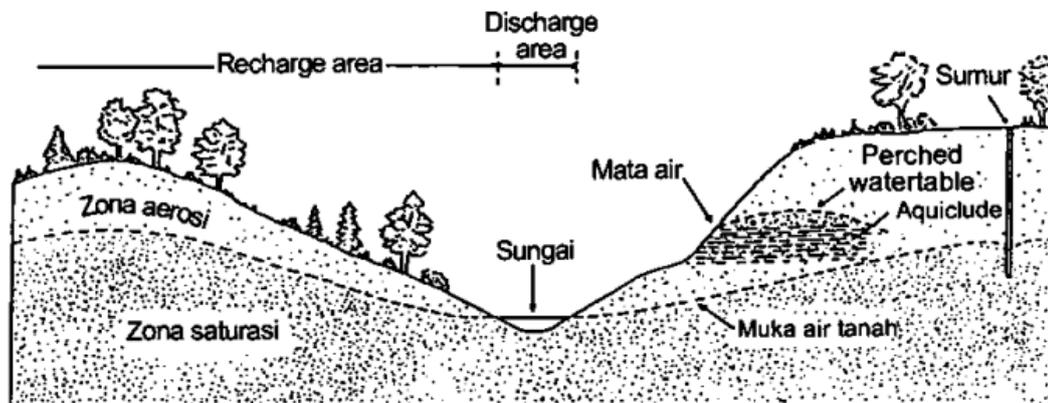
2.1 Air Tanah

Air tanah adalah sumber utama yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Saat ini, sebagian besar air permukaan digunakan untuk kebutuhan pertanian, industri, pembangkit listrik, dan keperluan domestik lainnya. Penggunaan air tanah biasanya terbatas untuk air minum, rumah tangga, kebutuhan industri, dan pertanian pada wilayah dan musim tertentu. Air tanah berperan sebagai pelengkap sumber daya air permukaan untuk memenuhi permintaan air yang terus meningkat karena beberapa keuntungan, seperti kualitas air yang umumnya baik, biaya investasi yang relatif rendah, dan kemudahan pemanfaatan di lokasi yang membutuhkan (Azwar, 2009).

Air tanah dapat didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau *regolith* dapat juga disebut aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Aziz, 2000). Sebagian besar air tanah berasal dari hujan. Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah dan perlahan-lahan mengalir ke laut atau bergabung dengan aliran sungai, baik melalui tanah maupun permukaan. Jumlah air yang meresap ke tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti ruang dan waktu, kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah, jenis dan jumlah vegetasi, serta curah hujan. Meskipun curah hujan besar, jika lereng curam dan ditutupi material yang *impermeabel*, maka persentase air yang mengalir di permukaan lebih banyak daripada yang meresap. Sebaliknya, pada curah hujan sedang, jika lereng landai dan permukaannya *permeabel*, persentase air yang meresap akan lebih banyak (Prastistho & Praktinyo 2018).

Air yang meresap ke dalam tanah tidak bergerak jauh karena tertahan oleh daya tarik molekuler sebagai lapisan pada butiran tanah. Sebagian air menguap kembali ke atmosfer, sementara sisanya menjadi cadangan bagi tumbuhan hingga hujan berikutnya. Air yang tidak tertahan di dekat permukaan akan menyusup ke bawah hingga mencapai zona di mana seluruh ruang terbuka dalam sedimen atau batuan terisi air, yang disebut zona jenuh air (*zone of saturation*). Air dalam zona

ini dikenal sebagai air tanah (*groundwater*), dan batas atasnya disebut muka air tanah (*water table*). Lapisan tanah, sedimen, atau batuan di atasnya yang tidak jenuh air disebut zona aerasi (*zone of aeration*). Muka air tanah umumnya tidak horisontal, tetapi mengikuti topografi permukaan di atasnya. Ketika tidak ada hujan, muka air tanah di bawah bukit akan perlahan-lahan turun hingga sejajar dengan lembah. Namun, hal ini biasanya tidak terjadi karena hujan akan kembali mengisi (*recharge*) zona tersebut. Daerah di mana air hujan meresap ke bawah hingga mencapai zona jenuh disebut daerah rembesan atau *recharge area*, sementara daerah di mana air tanah keluar disebut *discharge area* (Prastistho & Praktinyo 2018).



Gambar 1 Diagram posisi *relative* beberapa istilah yang berkaitan dengan air bawah permukaan (Prastistho & Praktinyo 2018).

2.2 Air Hujan

Air hujan merupakan sumber air yang melimpah, terutama pada musim penghujan. Namun, jika tidak dikelola dengan baik, air hujan dapat menyebabkan bencana seperti banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengelola air hujan dengan baik, yaitu dengan menampung air hujan dan meresapkannya kembali ke dalam tanah (Indriatmoko dan Rahardjo, 2018). Indonesia, sebagai daerah tropis, mengalami presipitasi yang dominan dalam bentuk hujan (Hidayat & Empung, 2016).

Hujan yang jatuh ke permukaan tanah membentuk limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Sebagian air hujan menyerap ke dalam tanah (*Infiltrasi*) dan terus mengalir ke bawah (*perkolasi*) menuju zona jenuh di bawah permukaan air tanah. Air ini mengalir perlahan melalui akuifer menuju sungai atau langsung

ke laut. Infiltrasi didefinisikan sebagai proses masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Jika intensitas hujan di suatu daerah aliran sungai (DAS) melebihi kapasitas Infiltrasi, air akan memenuhi cekungan-cekungan di permukaan tanah setelah laju Infiltrasi terpenuhi. Setelah cekungan-cekungan ini penuh, air akan melimpas di atas permukaan tanah. Selain itu, hujan juga dapat diartikan sebagai perubahan wujud dari benda cair menjadi benda padat yang membentuk awan berat sehingga jatuh ke permukaan bumi (Syajruddin dkk, 2014).

Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat bergantung pada laju Infiltrasi, sehingga limpasan permukaan meningkat seiring dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Laju Infiltrasi tanah dibatasi oleh ukuran diameter pori-pori tanah. Tanah dengan pori-pori rapat memiliki kapasitas Infiltrasi yang lebih kecil dibandingkan tanah dengan pori-pori besar. Kepadatan tanah yang tinggi akan meningkatkan debit limpasan. Hubungan antara Infiltrasi dan kepadatan tanah bersifat terbalik, di mana kapasitas Infiltrasi akan meningkat jika kepadatan tanah menurun (Syajruddin dkk, 2014).

Intensitas curah hujan merupakan jumlah hujan yang turun per satuan waktu dalam periode yang relatif singkat, dinyatakan dalam satuan mm/jam, mm/menit, atau mm/detik. Simbol untuk intensitas curah hujan adalah "I", dengan satuan mm/jam, yang menunjukkan tinggi atau kedalaman air yang turun dalam waktu satu jam (Sapan dkk, 2020). Intensitas curah hujan bervariasi berdasarkan ruang dan waktu, tergantung pada faktor geografis dan iklim, serta memiliki keterkaitan erat dengan durasi hujan. Jika hujan dengan durasi yang sama menghasilkan kedalaman yang berbeda, maka intensitas curah hujannya juga akan berbeda (Tunas, *et al.*, 2016). Pada prinsipnya pola distribusi curah hujan yang dinyatakan sebagai intensitas hujan dapat diperoleh dari alat pengukur curah hujan otomatis, tetapi jika data tersebut tidak tersedia, pola distribusi curah hujan dapat ditentukan dengan model distribusi hipotesis seperti uniforms, triangle, Mononobe, alternating block method (ABM), dan Tadashi Tanimoto (Chow, *et al.*, 1998).

2.3 Tanah

Tanah terbentuk dari hasil pelapukan batuan yang bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dan organisme yang hidup di atas atau di dalamnya, seperti hewan

dan tumbuhan. Tanah mengandung air dan udara, dengan air dalam tanah yang berasal dari hujan. Air hujan ini diserap oleh tanah dan tidak meresap ke lapisan bawah. Selama proses pembentukannya, tanah membentuk lapisan-lapisan yang disebut horizon. Horizon adalah lapisan-lapisan alamiah di permukaan bumi yang terdiri dari campuran bahan mineral, organik, air, dan udara (Hardjowigeno, 2010).

Tanah terdiri dari berbagai partikel padat yang tidak saling terikat satu sama lain, dengan rongga di antara partikel-partikel tersebut yang berisi udara dan air (Verhoef, 1994). Tanah adalah material yang terdiri dari agregat mineral padat yang tidak terikat secara kimia dan bahan organik yang telah mengalami pelapukan, dengan cairan dan gas yang mengisi ruang kosong di antara partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang terbentuk dari material yang telah mengalami perubahan akibat pengaruh alami seperti air, udara, serta organisme yang hidup atau telah mati. Tingkat perubahan tanah dapat dilihat dari komposisi, struktur, dan warnanya yang merupakan hasil dari proses pelapukan (Dokuchaev, 1870). Menurut Bowles (1991), tanah merupakan campuran partikel yang terdiri dari satu atau lebih jenis tanah berikut (Fauziek & Suhendra, 2014):

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu besar yang memiliki ukuran lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm.
2. Kerikil (*gravel*), merupakan partikel batuan yang memiliki ukuran dari 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), merupakan partikel batuan yang memiliki ukuran dari 0,074 mm sampai 5 mm. Berkisar dari kasar yang ukurannya (3 mm - 5 mm), sampai halus yang ukurannya (<1 mm).
4. Lanau (*silt*), merupakan partikel batuan yang memiliki ukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
5. Lempung (*clay*), merupakan partikel mineral yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,002 mm.

Tekstur tanah ditentukan oleh perbandingan persentase fraksi pasir, debu, dan liat. Tanah bertekstur pasir memiliki butiran yang lebih besar, sehingga luas permukaannya lebih kecil untuk setiap satuan berat, membuatnya kurang mampu menyerap air dan mengikat nutrisi. Sebaliknya, tanah bertekstur liat memiliki luas

permukaan yang lebih besar, sehingga lebih efektif dalam menyerap air dan mengikat unsur hara (Agus dkk, 2006).

2.4 Infiltrasi Metode Horton

Infiltrasi adalah proses masuknya air secara vertikal ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Ketika hujan turun, sebagian air akan menjadi limpasan, sementara sebagian lainnya akan ter-infiltrasi. Air yang ter-infiltrasi dapat mengalir secara lateral menjadi aliran antara (*interflow*) dan secara vertikal mencapai lapisan jenuh air (akuifer) menjadi aliran air tanah (*baseflow*). Ada dua parameter penting terkait dengan infiltrasi, yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi mengacu pada jumlah air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum air yang dapat masuk ke dalam tanah pada suatu waktu tertentu. Kedua parameter ini dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam (David dkk, 2016).

Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam tanah, biasanya melalui permukaan tanah. Mekanisme infiltrasi melibatkan tiga proses utama yang tidak memengaruhi satu sama lain, yaitu masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah, penampungan air hujan di dalam tanah, dan aliran air ke tempat lain (bawah, samping, dan atas). Laju infiltrasi dipengaruhi oleh sifat fisik tanah (seperti tekstur tanah), kemiringan lereng, dan penggunaan lahan (Arianto dkk, 2021). Infiltrasi merupakan proses yang kompleks, yang bergantung pada sejumlah besar faktor, seperti laju pasokan air, waktu yang telah berlalu sejak masuknya air, komposisi kimia tanah dan air, variabilitas spasial dan distribusi sifat hidrolik dalam profil tana, topografi, suhu, dan mungkin faktor tambahan yang terkait dengan aktivitas biologis dan mikrobiologis dalam tanah (Assouline, 2012).

Pada siklus hidrologi, infiltrasi adalah masuknya air ke dalam tanah. Jenis tanah, kelembapan, permeabilitas, tutupan drainase, kedalaman muka air, tingkat dan volume curah hujan mempengaruhi kecepatan serta jumlah air yang meresap ke dalam tanah. Kadar air membantu menentukan potensi dan konduktivitas relatif kapiler, dan jenis tanah membantu menentukan ukuran dan jumlah kapiler yang dilalui air. Akibat gaya kapiler yang biasanya ditunjukkan dalam cm, kapasitas kapiler sangat hidrolik. Sebelum air masuk ke massa tanah, tingkat kelembapan

harus meningkat di tanah kering saat curah hujan mulai turun. Semakin banyak curah hujan yang meresap ke dalam tanah, area basah menjadi lebih tebal dan kemungkinan infiltrasi berkurang (Wanielista, 1990).

Infiltrasi merupakan komponen yang sangat penting dalam pengembangan tata guna lahan dan konservasi tanah karena mengatur hubungan intensitas hujan dan laju infiltrasi ke dalam tanah sebagai ketersediaan air tanah yang menjadi sumber-sumber air tanah yang dibutuhkan oleh makhluk hidup. Penggunaan lahan yang berbeda-beda sering kita jumpai dari jenis vegetasinya dan variasi jenis penggunaan lahannya yang menjadi faktor utama dalam mempengaruhi laju infiltrasi. Selain penggunaan lahan, nilai laju infiltrasi dipengaruhi oleh sifat fisik tanahnya seperti kadar air tanah, tekstur tanah dan struktur tanah. Kebun campuran memiliki nilai rata-rata kadar air 24,91% dengan porositas juga sangat tinggi antara 12 sampai 42,67%. Nilai laju infiltrasi pada kebun sebesar 67,63 cm/jam lebih besar dari pada nilai laju infiltrasi pada semak sebesar 50,20 cm/jam. Dikarenakan tanah di daerah perkebunan mengalami retak sehingga meningkatkan laju infiltrasi (Kiptiah dkk, 2021).

Kapasitas infiltrasi sendiri adalah laju maksimum yang dapat diserap oleh tanah dalam kondisi tertentu. Penurunan kapasitas infiltrasi lebih banyak ditentukan oleh faktor yang beroperasi di permukaan tanah daripada proses aliran di dalam tanah. Metode horton mengolah data infiltrasi dengan parameter yang diperoleh langsung dari lapangan. Metode horton dinyatakan secara matematis sebagai berikut (Hawari dkk, 2020).

$$F(t) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (1)$$

Keterangan:

f = laju infiltrasi (cm/jam)

f_0 = laju infiltrasi awal (cm/jam)

f_c = laju infiltrasi akhir (cm/jam)

$e = 2,718$

$k = -1/(m \log 2,718)$

a) Laju infiltrasi awal (f_0)

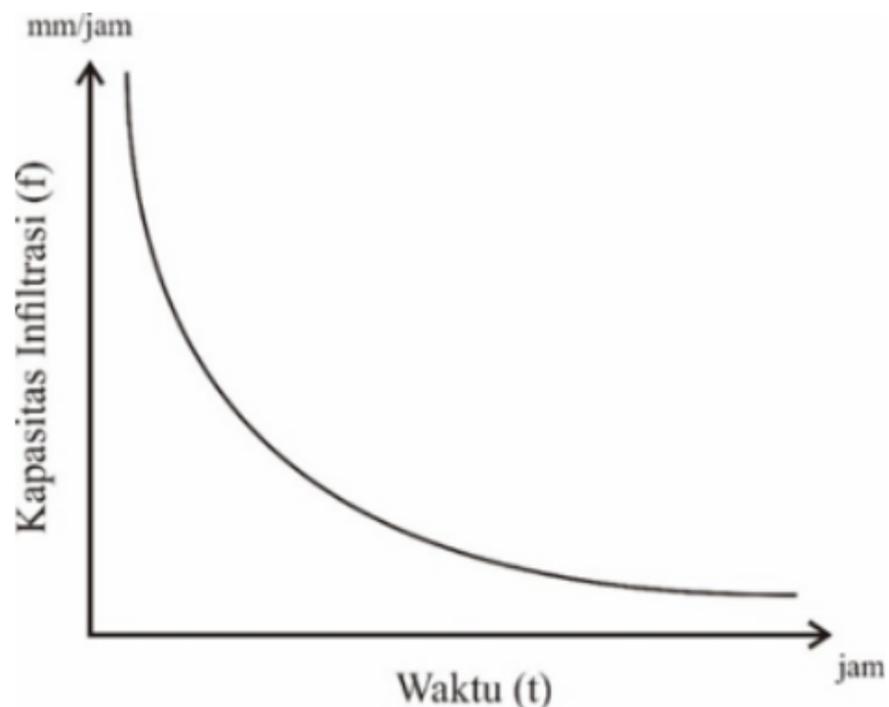
Laju infiltrasi awal adalah laju infiltrasi yang dihitung dari awal masuknya air ke dalam lapisan tanah melalui permukaan tanah, dengan satuan cm/jam.

b) Laju infiltrasi konstan (f_c)

Laju infiltrasi konstan adalah laju infiltrasi pada waktu (t) tertentu nilai kapasitas infiltrasi mendekati konstan, dengan satuan cm/jam. Besarnya nilai f_c tergantung dari jenis tanah dan permukaannya.

c) Konstanta Horton (k)

Nilai konstanta K di dapat dari persamaan kurva kapasitas infiltrasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Kurva kapasitas infiltrasi (Hawari dkk, 2020).

2.5 Geolistrik Konfigurasi Schlumberger

Geolistrik adalah metode untuk mengukur resistivitas atau hambatan listrik pada lapisan batuan di bawah permukaan tanah, dengan deteksi dari permukaan. Alat ini dapat digunakan untuk mempelajari lensa air tawar pada akuifer di daerah pantai. Penyelidikan resistivitas dapat dilakukan dalam jarak yang cukup jauh dan jangka waktu yang panjang, dari lapisan tanah yang tak jenuh hingga lapisan yang jenuh air laut dan air tawar. Nilai resistivitas yang tinggi seringkali menimbulkan

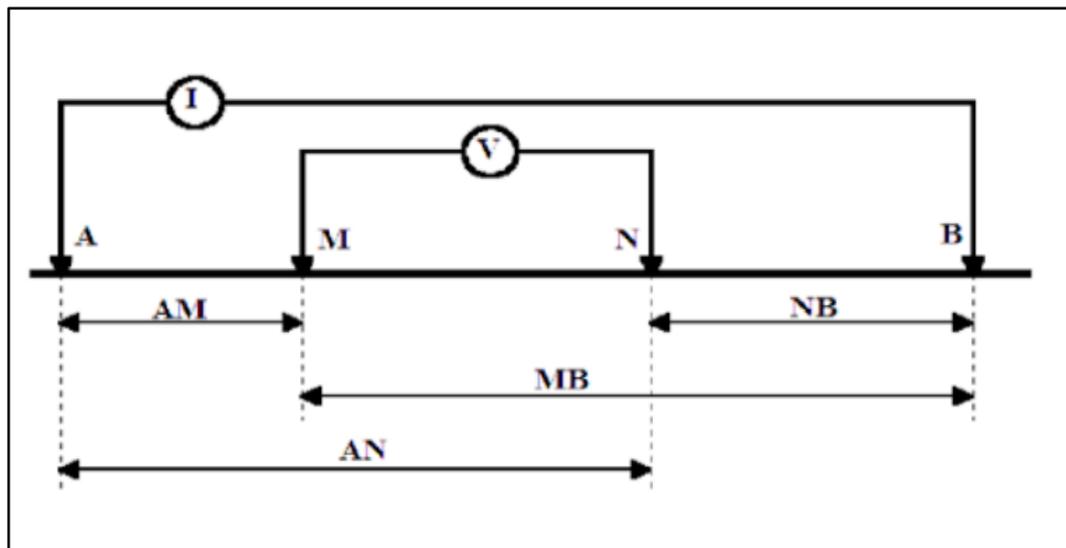
interpretasi yang kompleks, misalnya resistivitas ekstrim di zona air tawar yang sulit dikenali karena tekanan. Selain itu, kesulitan juga muncul dalam menghubungkan lapisan resistivitas dengan parameter hidrolis (Rolia & Sutjiningsih, 2018).

Metode geolistrik adalah metode yang menggunakan prinsip aliran listrik dalam menyelidiki struktur bawah permukaan bumi. Aliran arus listrik di dalam tanah melalui batuan dan sangat dipengaruhi oleh keberadaan air tanah dan garam yang terkandung dalam batuan, logam tinggi, dan panas mineral. Oleh karena itu, metode geolistrik dapat digunakan dalam penyelidikan hidrogeologi seperti akuifer, determinasi mineral, penyelidikan kontaminasi, survei arkeologi dan batuan panas deteksi dalam penyelidikan panas bumi. Identifikasi untuk mengetahui keberadaan lapisan pembawa air pada kedalaman tertentu dapat menggunakan metode geofisika, yaitu metode tahanan jenis geolistrik. Metode geolistrik dimaksudkan untuk memperoleh gambaran lapisan tanah bawah dan keberadaan airtanah serta mineral pada kedalaman tertentu. Tujuannya adalah untuk memprediksi sifat kelistrikan medium atau bawah permukaan formasi batuan terutama kemampuannya menghantarkan atau menghambat arus listrik. Penelitian ini menggunakan konfigurasi Wenner Schlumberger dengan menginjeksikan arus ke bumi. Bahan dengan berbagai resistivitas akan memberikan informasi tentang struktur material yang dilalui arus (Jamaluddin & Umar, 2018).

Prinsip kerja geolistrik melibatkan injeksi arus listrik ke dalam tanah. Pengukuran dilakukan dengan dua elektroda arus untuk menghantarkan listrik, dan dua elektroda potensial untuk mengukur perbedaan tegangan setelah arus melewati batuan (P1 dan P2). Keempat elektroda ditanam di tanah pada jarak tertentu. Semakin jauh jarak elektroda arus, semakin dalam arus listrik dapat menembus lapisan batuan. Aliran listrik ini menciptakan tegangan di dalam tanah, yang kemudian diukur menggunakan multimeter melalui dua elektroda potensial (P1 dan P2). Ketika jarak elektroda arus diperbesar, tegangan yang terukur juga berubah, memberikan informasi tentang jenis batuan di kedalaman yang lebih dalam (Rolia & Sutjiningsih, 2018).

Teknik ini berupa pengukuran dalam konfigurasi Wenner tetapi untuk pengukuran $n = 2, 3, 4$ dan seterusnya, maka Teknik Wenner-Schlumberger sama

dengan konfigurasi Schlumberger. Elektroda arus dan elektroda potensial lebih besar dari jarak antara elektroda potensial. Dengan menggunakan teknik ini, data diperoleh dan pencitraan resistivitas diinterpretasikan secara geologis menggunakan resistivitas standar nilai batuan, mineral dan sedimen dari literatur yang tersedia dan juga menggunakan pengetahuan geologi setempat area penelitian (Okechukwu & Abanum, 2020).



Gambar 3 Konfigurasi elektroda umum untuk pengukuran resistivitas

2.6 Pemodelan Air Tanah

Dalam permodelan alir air tanah alat yang paling sering digunakan untuk memprediksi air yang masuk kedalam operasi tambang yaitu model numerik hidrogeologi. Untuk memprediksi model aliran air tanah penerapan yang dilakukan dalam permodelan numerik meliputi prediksi pengeringan tambang, studi kerentanan akuifer, drainase air asam tambang, dan juga drainase untuk pencucian timbunan. Pemodelan air dapat memecahkan sejumlah masalah terkait air tanah yang dihasilkan dari operasi penambangan dan pasca tambang. Akan tetapi aplikasi permodelan di tambang bawah tanah dan tambang terbuka memiliki ciri-ciri khusus yang harus diperhatikan dan membutuhkan pengetahuan yang mendalam tentang penambangan berkelanjutan. Studi pemodelan air tanah pada wilayah pertambangan dilatarbelakangi oleh perbedaan dari kegiatan penambangan apakah tambang tersebut aktif atau pada saat pasca tambang (Fitrio dkk, 2020).

Model aliran air tanah adalah model yang secara kuantitatif mewakili keadaan muka air tanah dalam ruang dan waktu sebagai representasi sederhana dari kondisi hidrogeologi yang kompleks di bawah permukaan. Pembuatan model air tanah merupakan hal yang harus dilakukan pada setiap perencanaan, perancangan, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan pelestarian air tanah di suatu daerah tanah. Dari model aliran air tanah, diharapkan mampu memprediksi suatu variabel yang tidak diketahui nilainya, seperti nilai tinggi tekan, distribusi tekanan maupun nilai variabel lainnya dalam waktu dan ruang tertentu. Semakin kompleks suatu model yang akan disusun, maka akan semakin banyak parameter yang ditinjau dan dipakai dalam pemodelan (Setiawan, 2022).

Model konseptual adalah gambaran sederhana dari suatu sistem aliran air tanah, biasanya disajikan dalam bentuk blok diagram atau sayatan melintang (Anderson & Woessner, 1992). Konseptual model dibentuk dari kajian secara menyeluruh dari akuisisi data lapangan dan data sekunder, serta analisis interpretasi data. Menurut Wagner (2007), konseptual model dapat didefinisikan sebagai gambaran bentuk simplifikasi dari keadaan aktual yang kompleks. Data geologi dan hidrogeologi seperti log bor, muka air tanah terpantau, dan data meteorologi digunakan sebagai dasar penyusunan konseptual model. Pemodelan air tanah dapat diselesaikan dengan beberapa cara seperti model analitik, model media berpori, model aliran viskous, model membran, model analogi elektrik, model empiris, model kesetimbangan massa, serta model numerik (Spitz & Moreno, 1996). Model Numerik adalah salah satu model matematik yang menggunakan persamaan matriks untuk menyelesaikan masalah.

2.7 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan skema sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan. Dengan demikian, konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali dengan kedalaman di atas muka air

tanah, sedangkan sumur air minum digali lebih dalam lagi atau di bawah muka air tanah (Zakaria dkk, 2019).

Secara garis besar sumur resapan dapat diartikan sebagai prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Tujuan utama dari sumur resapan adalah memperbesar masuknya air kedalam akuifer tanah sebagai air resapan (infiltrasi). Dengan demikian, air akan lebih banyak masuk kedalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan (*run off*) (Zakaria dkk, 2019).

Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam pembuatan sumur resapan air hujan adalah sebagai berikut (SNI 8456: 2017):

1. Tentukan lahan untuk penempatan sumur, tentukan tempat/lokasi sumur resapan air hujan yang akan dibuat dilahan yang ada disekitar halaman bangunan/rumah dengan luasan yang cukup untuk menempatkan minimal 1 sumur resapan;
2. Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan, lakukan pengukuran jarak antara rencana penempatan sumur resapan air hujan dengan bangunan dan ketentuan jarak dapat dilihat pada tabel dibawah;

Tabel 1 Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan

No	Jenis Bangunan	Sumur resapan air hujan (m)
1	Pondasi Bangunan/Tangki Septik	1
2	Bidang Resapan/Sumur Resapan Tangki Septik	5
3	Sumu Resapan Air Hujan/Sumur Air Bersih	3

3. Pengukuran muka air tanah, lakukan pengukuran kedalaman muka air tanah ditempat yang akan dibuatkan sumur resapan, jika kedalaman muka air tanah > 2 m, maka sumur resapan dapat dibuat;
4. Penentuan angka permeabilitas tanah, lakukan pengujian perkolasi tanah pada kedalaman 2 – 3 m, di lokasi dimana sumur resapan akan ditempatkan, jika dari hasil pengujian perkolasi tanah diperoleh nilai koefisien permeabilitas tanah > 2,0 cm/jam, maka dapat direncanakan sumur resapan air hujan;
5. Perhitungan dimensi sumur, data-data yang diperlukan untuk menghitung dimensi sumur, diperlukan data-data sebagai berikut :

- a. Data curah hujan harian 5 tahunan untuk menghitung intensitas hujan (i);
- b. data luas bidang tadah yang akan digunakan sebagai pengumpul air hujan;
- c. data jenis tanah (nilai koefisien permeabilitas tanah) dilokasi rencana sumur resapan;
- d. data koefisien limpasan air hujan (c) di lokasi rencana sumur resapan