

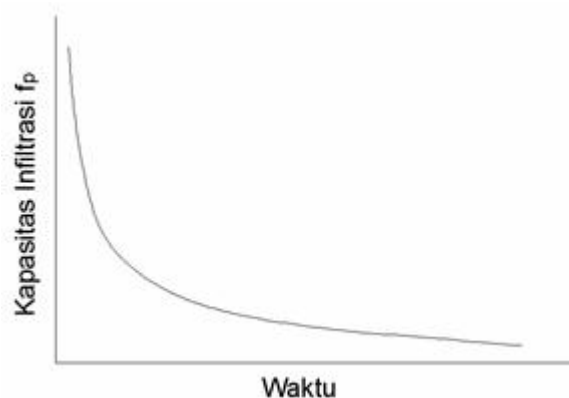
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Infiltrasi

Menurut Munaljid dkk. (2015) infiltrasi adalah proses masuknya air dari atas (*surface*) kedalam tanah. Gerak air di dalam tanah melalui pori – pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju daerah yang lebih kering. Tanah kering mempunyai gaya kapiler lebih besar daripada tanah basah. Gaya tersebut berkurang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Apabila tanah kering, air terinfiltrasi melalui permukaan tanah karena pengaruh gaya gravitasi dan gaya kapiler pada seluruh permukaan. Setelah tanah menjadi basah, gerak kapiler berkurang karena berkurangnya gaya kapiler. Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada lapisan permukaan berkurang, aliran karena pengaruh gravitasi berlanjut mengisi pori-pori tanah. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur – angsur sampai dicapai kondisi konstan.

Isnaini (2013) menyebutkan dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam cm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu, sedangkan laju infiltrasi adalah banyaknya air persatuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Gambar 2.1 menunjukkan kurva laju infiltrasi (f_i). Apabila tanah dalam kondisi kering ketika infiltrasi terjadi, laju infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gaya gravitasi bekerja bersama – sama menarik air ke dalam tanah. Ketika tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang yang menyebabkan laju infiltrasi menurun. Akhirnya laju infiltrasi mencapai suatu nilai konstan atau laju infiltrasi maksimum sebagai kapasitas infiltrasi dari suatu tanah.



Gambar 2.1 Kurva Laju Infiltrasi

(Sumber : Isnaini, 2013)

Aidatul (2015) menyatakan bahwa laju infiltrasi mempunyai klasifikasi tertentu dalam penentuan besarnya laju infiltrasi. Untuk menentukan klas infiltrasi berdasarkan pada tabel klasifikasi laju infiltrasi yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai laju infiltrasi pada sub DAS Tenggara, diperoleh hasil penelitian yang menunjukkan besarnya laju infiltrasi di daerah penelitian berkisar pada kelas lambat, agak lambat, sedang, agak cepat, dan cepat.

Tabel 2.1 Klasifikasi Laju Infiltrasi

Klas	Klasifikasi	Laju Infiltrasi (mm/jam)
0	Sangat Lambat	<1
1	Lambat	1 – 5
2	Agak Lambat	5 – 20
3	Sedang	20 – 63
4	Agak Cepat	63 – 127
5	Cepat	127 – 254
6	Sangat Cepat	>254

Sumber : Aidatul (2015)

B. Tanah Residu

Signatius (2011) tanah merupakan akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tanah tetap berada pada tempat semula, maka tanah tersebut disebut tanah residual. Menurut Sudarsono dan Hasibuan (2011) tanah residu (*residual soils*) adalah tanah yang dibentuk oleh

pelapukan fisika maupun kimia dari batuan induknya dan belum dipindahkan dari tempatnya. Karakteristik tanah residu sangat bergantung pada sifat-sifat batuan induknya. Apabila tanah hasil pelapukan tersebut dipindahkan dan diendapkan di tempat lain, misalnya oleh air atau angin, maka tanah tersebut dikenal sebagai tanah transport (*transported soils*). Berhubung pengertian dari tanah residu berkaitan dengan proses pelapukan, maka disajikan kaitan antara tanah residu dengan tingkat pelapukan suatu massa batuan (Tabel 2.2). Dari uraian Tabel 2.2 tersebut terlihat bahwa kedudukan tanah residu setara dengan zona VI tingkat pelapukan massa batuan, artinya tanah residu terdapat pada tingkat paling atas profil masa tanah.

Tabel 2.2 Tingkat Pelapukan Massa Batuan

Istilah	Zona	Uraian
Tanah residu	VI	Seluruh material batuan telah berubah menjadi tanah. Struktur massa dan kemas (<i>fabric</i>) material telah rusak. Telah terjadi perubahan volume menjadi lebih besar tetapi tanah belum mengalami transportasi
Lapuk sempurna	V	Seluruh material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Struktur massa yang asli sebagian besar masih utuh.
Lapuk kuat	IV	Lebih dari setengah material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau perubahan warna pada batuan masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinuitas atau inti batuan.
Lapuk sedang	III	Kurang dari separuh material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau perubahan warna pada batuan masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinuitas atau inti batuan.
Lapuk ringan	II	Perubahan warna menunjukkan pelapukan pada material batuan dan permukaan diskontinuitas.
Batuan sedang	I	Tidak ada tanda-tanda material batuan mengalami pelapukan; mungkin terdapat sedikit perubahan warna pada permukaan diskontinuitas utamanya.

Sumber : Sudarsono dan Hasibuan (2011)

C. Faktor yang Mempengaruhi Laju Infiltrasi

Laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, dan sifat-sifat fisik tanah. Menurut Aidatul (2015) faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi yaitu tutupan lahan, kemiringan lereng, dan perbedaan kepadatan tanah.

1. Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh

Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh tanah dapat diketahui pada saat awal terjadi hujan. Air hujan meresap ke dalam permukaan dengan cepat sehingga terjadi laju infiltrasi, sehingga semakin dalam genangan dan tebal lapisan jenuh maka laju infiltrasi semakin berkurang.

2. Kelembaban tanah

Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering. Dengan bertambahnya waktu dan air hujan dari permukaan atas turun ke bagian bawahnya maka tanah tersebut menjadi basah dan lembab. Semakin lembab kondisi suatu tanah, maka laju infiltrasi semakin berkurang karena tanah tersebut semakin dekat dengan keadaan jenuh.

3. Pemampatan oleh hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

4. Penyumbatan oleh butir halus

Ketika tanah sangat kering, permukaannya sering terdapat butiran halus. Ketika hujan turun dan infiltrasi terjadi, butiran halus tersebut terbawa masuk ke dalam tanah, dan mengisi pori-pori tanah, sehingga pori-pori tanah mengecil dan menghambat laju infiltrasi.

5. Tanaman penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan laju infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah dan juga akan

terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang atau tempat hidup serangga sehingga membantu masuknya air kedalam tanah.

6. Topografi

Topografi adalah keadaan permukaan atau kontur tanah. Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga laju infiltrasi relatif besar.

7. Intensitas hujan

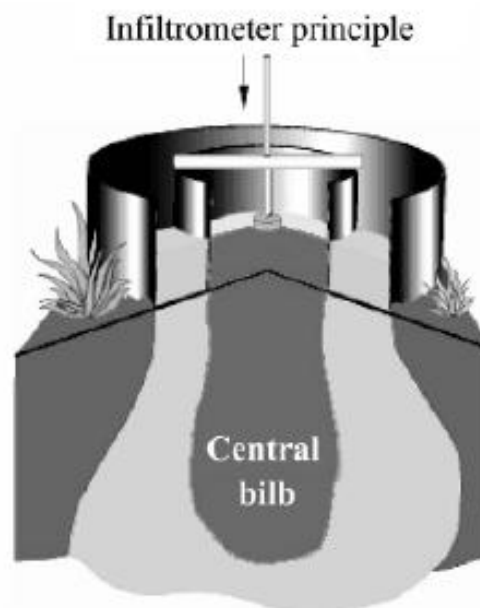
Intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan (I) lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi.

D. Pengukuran Laju Infiltrasi Dengan Alat *Double Ring Infiltrometer*

Penelitian atau pengujian kapasitas infiltrasi menggunakan alat *double ring infiltrometer* telah banyak dilakukan. Ritawati dkk. (2012) melakukan pengukuran infiltrasi dengan menggunakan "*Double ring Infiltrometer*". Alat dimasukkan ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman kira-kira 10 cm dan kedua ring dalam posisi datar. Pada sisi ring kecil dipasang penggaris yang berfungsi untuk pembacaan penurunan air. Kemudian ke dalam kedua silinder ini dimasukkan air yang bersih secara bersamaan dengan ketinggian antara 10 – 15 cm. Selama selang waktu yang telah ditetapkan, diamati dan dicatat tingginya penurunan muka air. Pengamatan ini dilanjutkan hingga mencapai keadaan yang konstan menurut perhitungan di lapangan. Setiap pengukuran infiltrasi dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Kemudian pengukuran dilanjutkan pada lokasi-lokasi lainnya yang berbeda bentuk penggunaan lahannya. Untuk menguji keberlakuan model dilakukan dengan membandingkan data hasil observasi dan hasil perhitungan model menggunakan kriteria grafis dan statistik. Ukuran kriteria grafis yang digunakan adalah diagram pencar (*scatter diagram*). Dengan hasil yang didapat bahwa model infiltrasi Philips

cukup sesuai diaplikasikan untuk menduga limpasan permukaan menggunakan metode bilangan kurva.

Lili dkk. (2008) melakukan penelitian laju infiltrasi dengan metode *double ring infiltrometer*, dengan prosedur pengujian silinder dimasukkan sedalam 10 cm ke dalam tanah, secara konsentris, hindari gangguan permukaan tanah yang tidak semestinya. Ketinggian dari kedua silinder di atas permukaan tanah harus dijaga tetap pada tinggi yang sama. Air dimasukkan dalam kedua silinder secara bersamaan dengan ketinggian 5 cm. Setiap penurunan tinggi muka air silinder bagian dalam selama selang waktu yang telah ditentukan dicatat sebagai fungsi waktu dan kemudian digunakan untuk perhitungan laju infiltrasi. Metode *double ring infiltrometer* ini dapat diterapkan dengan baik pada kondisi lapangan karena pengujiannya yang sederhana dan dapat diperoleh nilai laju infiltrasi lapangan. Metode ring infiltrometer tidak bisa digunakan pada permukaan tanah miring. Prinsip dari metode *double ring infiltrometer* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Double ring infiltrometer

(Sumber : Lili dkk. 2008)

Tauma and Albergel (1991) membandingkan dari simulator hujan dan percobaan *double ring infiltrometer* untuk menentukan sifat hidrologi tanah. Disimpulkan bahwa bila permukaan tanah terkena pengerasan, cincin ganda

Infiltrometer lebih cocok daripada simulator hujan untuk penentuan sifat hidrologi tanah.

E. Penentuan Kapasitas Infiltrasi Dengan Metode Horton

Horton, (1941) dalam penelitiannya tentang pendekatan menuju interpretasi fisik kapasitas infiltrasi menyatakan, kapasitas infiltrasi didefinisikan sebagai tingkat maksimum tanah dalam kondisi tertentu dapat menyerap air yang masuk ke dalam tanah. Kapasitas infiltrasi biasanya disimbolkan f , dan karena f bervariasi sesuai waktu, terutama ketika bagian awal air masuk ke dalam tanah, kondisi tanah mampu menyerap air lebih banyak dan semakin bertambahnya waktu tanah semakin jenuh air sampai waktu tertentu kapasitas infiltrasi semakin menurun hingga mencapai minimum. Persamaan model kapasitas infiltrasi Horton diberikan dalam persamaan (2.2) berikut.

$$f(t) = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt} \quad (2.2)$$

Persamaan 2.2 kapasitas infiltrasi tersebut mengandung tiga parameter: f_o , yaitu laju infiltrasi awal dihitung mulai dari awal masuknya air ke dalam lapisan tanah atau laju infiltrasi pada saat $t = 0$. f_c , kapasitas infiltrasi konstan, dan k , yaitu konstanta. Istilah "kapasitas infiltrasi" dan "tingkat infiltrasi" kadang-kadang terjadi bingung. Infiltrasi dapat terjadi kapan saja dari mulai waktu nol sampai dengan kapasitas. Jika air yang terinfiltrasi kurang dari kapasitas, maka laju infiltrasinya bukan kapasitasnya. Di sisi lain, jika infiltrasi sedang berlangsung pada tingkat kapasitas, hal itu disebut sebagai kapasitas, tidak hanya sebagai laju infiltrasi. Dengan kata lain, mungkin ada yang tak terbatas beragam infiltrasi tapi hanya ada satu kapasitas pada waktu tertentu untuk tanah tertentu.

Verma, (1982) dalam persamaan infiltrasi modifikasi Horton, formula infiltrasi Horton dimodifikasi agar bisa diterapkan dalam situasi hujan bervariasi. Bila untuk sebagian waktu, tingkat curah hujan kurang dari tingkat kapasitas infiltrasi dari tanah aplikasi serta keterbatasan teknik ini dibahas. Mengusulkan persamaan Horton (1941) seperti pada persamaan 2.2.

F. Pemetaan dengan Sistem Informasi Geografis

Arc GIS adalah salah satu software pengolah Sistem Informasi Geografik (SIG/GIS). Sistem Informasi Geografik sendiri merupakan suatu sistem yang

dirancang untuk menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menyajikan informasi geografi. Terdapat beberapa perbedaan antara peta di atas kertas (peta analog) dan SIG yang berbasis komputer. Perbedaannya adalah bahwa peta menampilkan data secara grafis tanpa melibatkan basis data. Sedangkan SIG adalah suatu sistem yang melibatkan peta dan basis data. Dengan kata lain peta adalah bagian dari SIG. Sedangkan pada *Arc GIS* dapat melakukan beberapa hal yang peta biasa tidak dapat melakukannya.

Penelitian terdahulu oleh Monika (2012) menyimpulkan bahwa hasil interpolasi yang dinilai lebih baik digunakan adalah metode interpolasi IDW. Aidatul (2015) menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* yang merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Hasil interpolasi IDW tergantung dari seberapa kuat sebuah titik data yang diketahui mempengaruhi daerah sekitarnya, jumlah titik di sekitarnya yang digunakan untuk menghitung rata-rata nilai, dan ukuran pixel atau raster yang dikehendaki. Interpolasi IDW tersedia baik pada perangkat lunak ArcView maupun ArcGIS. Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan secara langsung, atau ditentukan berdasarkan jarak yang ingin diinterpolasi. Hasil yang diperoleh adalah persebaran laju infiltrasi di Sub DAS Tenggarang didominasi kelas sedang, yaitu sebesar 80,644 % atau 47.139,751 hektar. Sedangkan untuk kelas agak lambat, yaitu 9,422 % atau 5.504,288 hektar, kelas agak cepat sebesar 9,381 % atau 5.483,32 hektar, dan kelas cepat yaitu 0,554 % atau 324,027 hektar.

