

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan air. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagian aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau dan sungai, atau secara vertical, yang dikenal dengan perkolasi (*perkolation*) menuju air tanah. Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler (Triatmodjo, 2015). Pengukuran sifat-sifat fisik tanah diperlukan saat akan melakukan perencanaan dan perancang sebuah proyek yang bersangkutan dengan pengolahan suatu daerah aliran sungai (DAS) (Syukur, 2009).

Penelitian tentang studi laju infiltrasi tanah pasca erupsi Merapi 2010 sudah ada yang melakukan. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Ningsih dan Purnama (2012) tentang “Kajian Laju Infiltrasi Tanah dan Imbuhan Air Tanah Lokal Sub DAS Gendol Pasca Erupsi Merapi 2010”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai laju infiltrasi tanah pasca erupsi Gunung Api Merapi. Penelitian ini menggunakan metode *stratified random sampling*. Relief yang ada di kawasan penelitian adalah landai (3-8 %), miring (8 – 25%) dan sangat terjal (>40%). Hasil infiltrasi yang didapat sebagai berikut:

- a. Lahan tertutup material lahar (pasir dan kerikil)
- b. Lahan tertutup material abu

Infiltrasi yang terjadi di lahan yang tertutup material abu sangat kecil jika dibandingkan sama lahan yang lainnya. Hal tersebut dikarenakan butiran abu sangat halus dan mempunyai gaya kapiler yang besar.

- c. Lahan tidak tertutup material piroklasik

Ada sebagian lahan yang mempunyai lapisan abu yang tipis sekitar kurang dari 3 cm, karena tipisnya lapisan abu tersebut laju infiltrasi tidak terlalu berdampak. Kejadian tersebut dikarenakan abu terisolasi saat hujan turun dan pada akhirnya membentuk lapisan kerak.

Hal yang membuat perbedaan laju infiltrasi yaitu sifat fisik tekstur tanah. Kebanyakan tanah di Sub DAS Gendol bertekstur pasir bergeluh, hal

tersebut disebabkan dari material erupsi Gunung Api. Laju infiltrasi biasanya mempunyai urutan terkecil dari sawah irigasi, kebun, tegalan, serta lahan kosong.

Adapun hasil perhitungan imbuhan air tanah lokal sebagai berikut:

a. Lereng terjal (>40%)

Kawasan lereng terjal dikurangi dengan kawasan puncak Gunung Api dengan luas 1,29 km<sup>2</sup>. Gunung Api Merapi mempunyai lereng terjal yang masuk ke dalam kawasan puncak dan sebagian lereng atas. Kawasan puncak tersusun dari batuan beku lava yang bersifat akuifug, hal tersebut diakibatkan karena tidak bisa meresap air.

b. Lereng miring (8-25%)

Luas kawasan lereng miring yaitu 9,25 km<sup>2</sup> termasuk kedalam daerah pengaruh dari stasiun Deles, Bronggang, dan Stasiun Kempot. Seluruh kawasan ini merupakan bagian dari lereng miring dan tergolong ke dalam daerah tangkapan air disebabkan karena dapat menyimpan air tanah.

c. Lereng landau (2-8%)

Sub DAS Gendol mempunyai luas yaitu 42,7 km<sup>2</sup> luas tersebut merupakan bagian dari lereng landai. Lereng terbentuk dari material piroklastik yang membeku oleh hasil aktivitas tenaga air Hujan di lereng landai menurut Peta Polygon Thiessen bagian dari kawasan pengaruh stasiun Candi Sewu, Deles, Kempot, Bronggang dan Woro.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Karakteristik laju infiltrasi pada lahan tertimbun abu yaitu memiliki rerata laju infiltrasinya adalah 0,051 cm/menit. Semakin tebal abu maka laju infiltrasi semakin rendah. Semakin halus tekstur abu maka infiltrasi juga semakin rendah
- b. Karakteristik laju infiltrasi pada lahan yang tertimbun pasir-kerikil yaitu dengan rerata laju infiltrasi konstan adalah 0,487 cm/menit. Semakin kompak campuran pasir dan kerikil serta abu, maka laju infiltrasi semakin rendah. Begitu pula dengan tekstur yang makin kasar maka laju infiltrasi semakin besar.

- c. Yang membedakan tiap-tiap sampel pengujian infiltrasi yaitu disebabkan bedanya tekstur tanah, dan juga pengaruh dari pemakaian laha. Karakteristik laju infiltrasi di lahan yang tidak tertimbun material pieoklastik yaitu mempunyai laju infiltrasi 0,375 cm/menit.

### **2.1.1 Penelitian Terdahulu Tentang Studi Laju Infiltrasi Pasca Erupsi**

#### **Merapi 2010**

Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Kota Pekanbaru yang dilalui oleh Sungai Siak berpotensi untuk selalu banjir, selain itu, pekanbaru memiliki kontur hampir 80% berupa dataran rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pola penggunaan tata guna lahan di pekan baru untuk tahun 2014 yang berhubungan dengan permasalahan banjir. Hasil dari penelitian ini yaitu luas keseluruhan pekan baru didominasi oleh perkebunan, yaitu 49,26 %, diikuti oleh tumbuhan/semak 17,09 %, hutan 13,06 %, sementara pemukiman 11,97% (Yusri dkk., 2009).
2. Kerugian akibat Erupsi Gunung Api Merapi adalah matinya ternak, rusaknya lahan, matinya tanaman, serta kerusakan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menginventarisasi kerugian bangunan serta memberikan rekomendasi kebijakan rehabilitasi dan rekonstruksi tempat tinggal dan fasilitas permukiman, khususnya di wilayah Kabupaten Sleman. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis penginderaan jauh dan system informasi geografis serta survey lapangan. Hasil dari penelitian menunjukkan 3245 buah bangunan mengalami kerusakan berat hingga hancur, semuanya di Kecamatan Cangkringan (Juliani dkk., 2011).
3. Bencana erupsi Gunung Merapi ini telah mengakibatkan kerusakan dan kerugian besar di sejumlah desa dan kecamatan yang tersebar di empat kabupaten, yakni Magelang, Boyolali, Klaten di Provinsi Jateng dan Kabupaten Sleman di Provinsi DIY. Model *hedonic property value* akan digunakan untuk memperkirakan manfaat bagi rumah tangga lokal untuk mengurangi resiko erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman DIY. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan valuasi ekonomi dampak yang diakibatkan erupsi gunung

Merapi terhadap nilai bangunan dan lahan pertanian di kawasan rawan bencana merapi (Saptutyingsih, 2011).

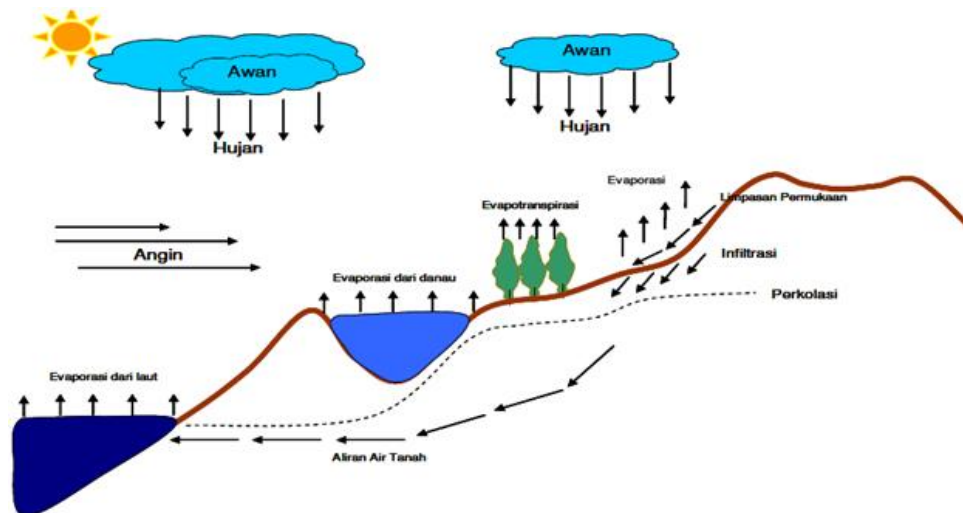
4. Pengukuran sifat-sifat fisik tanah sangat diperlukan dalam perencanaan suatu proyek yang berkaitan dengan pengelolaan suatu daerah aliran sungai (DAS). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa kecepatan dan besaran masuknya atau meresapnya air secara vertikal ke dalam tubuh tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode infiltrasi cincin ganda (*double ring infiltrometer*). Hasil dari penelitian yaitu urutan nilai laju infiltrasi dari keempat jenis tanah setelah mencapai kondisi konstan yaitu dari urutan tercepat Aluvial Kelabu, Litosol, Latosol-Litosol dan yang paling lambat Mediteran Merah-Litosol (Syukur, 2009).
5. Penentuan kepadatan tanah dengan menggunakan *sand cone* (kerucut konus), dihitung dengan menggunakan Standard Nasional Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah menyediakan software untuk menghitung durasi pekerjaan pada proyek konstruksi yang *user friendly*, mudah dan akurat dan memberikan gambaran secara umum mengenai system kerja dari perhitungan penentuan kepadatan tanah dengan *sand cone* dengan menggunakan *Bordland Delphi*. Hasil dari penelitian ini yaitu aplikasi ini hanya dapat menyajikan/menghitung kepadatan tanah di lapangan dengan alat *Sand Cone* ( Pudyawardhana dan Sismiani, 2016).
6. Kecamatan Manunggal termasuk salah satu kawasan rawan bencana banjir di kota Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor kerentanan yang berpengaruh terhadap banjir di Kecamatan Manggala adalah faktor kondisi drainase yang tidak memadai, dekatnya jarak bangunan dengan sungai, lokasi permukiman di daerah akumulasi genangan, penurunan daya infiltrasi tanah, konstruksi jalan yang rentan kerusakan akibat genangan dan tingginya potensi penduduk terdampak (Rachmat dan Pamungkas, 2014)
7. Banjir yang sering terjadi di DAS Citarum terlebih di sektor hulu. Cieunteung merupakan sektor di Citarum Hulu yang sering mengalami Banjir. Perencanaan tata ruang Wilayah dan Kota dan upaya kerjasama dari semua pihak diupayakan setidaknya berkontribusi dalam pengelolaan bencana banjir (Rosyidie, 2013).

8. Pengujian hidrologi lahan yaitu penentuan laju dan kapasitas infiltrasi dengan menggunakan metode *ring infiltrometer*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tingkat model infiltrasi (cm/jam) yang dipengaruhi oleh fisik-fisik dan kimia dari tanah yang ada dibawah vegetasi. Hasil dari penelitian ini bahwa tiap plot di bawah tegakan Mahoni, Jabon, Trembesi memiliki nilai infiltrasi yang berbeda karena nilai variable-variabel yang ikut mempengaruhinya berbeda pula (Darmayanti, 2012).
9. Ziquejie Terrace terletak di kota Cheshui, daerah pegunungan barat provinsi Hunan Kabupaten Xinhua. Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa struktur tanah pada plot tanah terbuka kurang dibandingkan dengan plot yang ditutupi oleh vegetasi atau tanaman, karena kurangnya perlindungan oleh vegetasi tanah, tetesan hujan jatuh langsung ke bumi secara langsung dan celah tanah dapat terhalang oleh partikel tanah terkena oleh air hujan, semua itu akan membuat laju infiltrasi tanah lereng rendah (Qian dkk., 2014).
10. Kemiringan lereng dan ketinggian lahan, jenis tanah dan penggunaan lahan menjadi parameter pada penelitian kerawanan banjir. Parameter-parameter yang ada memakai metode *overlay*. Yang didapat dari penelitian ini yaitu berupa peta waran banjir dimana lokasi yang rawan tersebar di hampir seluruh bagian selatan (Darmawan dkk., 2017)

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Hidrologi**

Hidrologi merupakan ilmu yang berhubungan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan antara lingkungannya terlebih lagi dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2015).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Soemarto, 1999)

Daur hidrologi merupakan gerakan air laut ke udara, setelah itu jatuh ke permukaan tanah, dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999).

### 2.2.2 Infiltrasi

Infiltrasi merupakan reaksi masuknya air ke dalam tanah. Reaksi ini sangat berpengaruh dalam siklus geohidrologi, hal tersebut adalah proses awal adanya airtanah dalam akuifer (Sophocleus dalam Purnama, 2004). Setelah beberapa waktu kemudian, air yang infiltrasikan setelah dikurangi sejumlah air untuk mengisi rongga tanah akan mengalami perkulasi. Perkulasi gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh (antara permukaan tanah sampai permukaan air tanah) ke dalam daerah jenuh (daerah di bawah permukaan air tanah) (Soemarto, 1999). Proses infiltrasi ini adalah hal yang sangat penting dalam daur ulang hidrologi maupun didalam proses pengalihan hujan menjadi aliran dalam tanah sebelum mencapai sungai. Karakteristik dari suatu kawasan berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi pada kawasan tersebut.

Menurut Soemarto (1999) infiltrasi mempunyai arti penting terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Proses limpasan (*run-off*)

Daya infiltrasi menentukan banyaknya air hujan yang dapat diserap ke dalam tanah. Sekali air hujan tersebut masuk kedalam tanah ia dapat diuapkan kembali atau dapat juga mengalir sebagai air tanah. Aliran air tanah berjalan sangat lambat. Semakin besar daya infiltrasi, perbedaan antara intensitas hujan

dengan daya infiltrasi menjadi semakin kecil, akibatnya limpasan permukaannya juga semakin kecil, sehingga debit puncaknya juga akan lebih kecil.

## 2. Pengisian lengas tanah (*soil moisture*) dan air tanah

Lengas tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh ruangpori tanah dan teradsorpsi pada permukaan zarah tanah. Lengas tanah juga dapat diartikan sebagai air yang terdapaat dalam tanah yang terikat oleh berbagai kakas, yaitu kakas ikat matrik, osmosis, dan kapiler (Notohadiprawiro, 2000). Pengisian lengas tanah dan airtanah penting untuk tujuan pertanian. Akar tanaman menembus zone tidak jenuh dan menghisap air yang diperlukan untuk evapotranspirasi dari zone tidak jenuh tadi. Pengisian ulang lengas tanah sama dengan selisih antara infiltrasi dan perkolasi (jika ada). Pada permukaan air tanah yang dangkal dalam lapisan tanah yang berbutir tidak begitu besar, pengisian ulang lengas tanah ini dapat pula didapatkan dari kenaikan kapiler air tanah.

Menurut Triatmodjo (2015), laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh.
- b. Kelembaban tanah.
- c. Pemampatan oleh hujan.
- d. Penyumbatan oleh butir halus.
- e. Tanaman penutup.
- f. Topografi.
- g. Intensitas hujan.

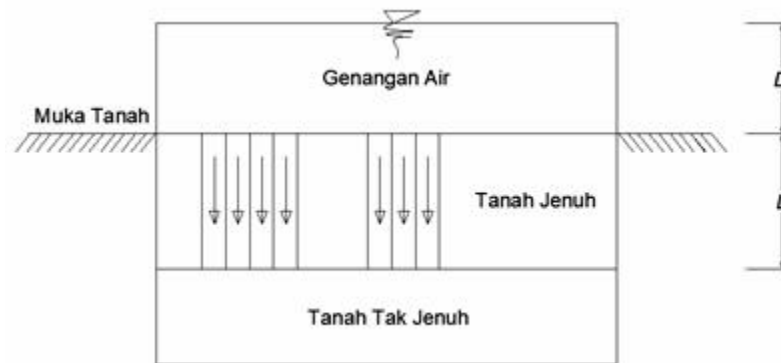
### 2.2.2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi

Hal-hal yang mempengaruhi aju infiltrasi, yaitu kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh, kelembaban tanah, pemadatan oleh hujan, tanaman penutup, intensitas hujan, serta sifat-sifat fisik tanah.

#### 1. Kedalaman genangan dan tebal lapis jenuh

Seperti ditunjuk pada Gambar 2.1 air yang tergenang diatas permukaan tanah terinfiltrasi ke dalam tanah, yang menyebabkan suatu lapisan di bawah permukaan tanah menjadi jenuh air. Apabila tebal dari lapisan jenuh

air  $L$ , dapat dianggap bahwa air mengalir ke bawah melalui sejumlah tabung kecil. Aliran melalui lapisan tersebut serupa dengan aliran melalui pipa. Kedalaman genangan di atas permukaan tanah ( $D$ ) memberikan tinggi tekanan pada ujung atas tabung, sehingga tinggi tekanan total yang menyebabkan aliran adalah  $D+L$ . Tahanan terhadap aliran yang diberikan oleh tanah sebanding dengan tebal lapisan jenuh air  $L$ . Apabila  $L$  sangat besar daripada  $D$ , perubahan  $L$  mempunyai pengaruh yang hampir sama dengan gaya tekanan dan hambatan, sehingga laju infiltrasi hampir konstan.



Sumber : gurugeobandung.blogspot.com

Gambar 2.2 Genangan pada permukaan tanah

## 2. Kelembaban tanah

jumlah kadar air tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Ketika air jatuh ketanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering. Dengan demikian terdapat perbedaan yang besar dari gaya kapiler antara permukaan atas tanah dan yang ada di bawahnya. Karena adanya perbedaan tersebut, maka terjadi gaya kapiler yang bekerja bersamaan dengan gaya berat, sehingga air bergerak ke bawah (infiltrasi) dengan cepat. Dengan bertambahnya waktu, permukaan bawah tanah menjadi basah, sehingga perbedaan gaya kapiler berkurang, sehingga infiltrasi berkurang. Selain itu, ketika tanah menjadi basah koloid yang terdapat dalam tanah akan mengembang dan menutupi pori-pori tanah, sehingga mengurangi kapasitas infiltrasi pada periode awal hujan.



3. Pemadatan oleh hujan

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

4. Penutupan 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 mengurangi kapasitas infiltrasi

5. Tanaman penutup

banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput dan hutan, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan berbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga. Apabila terjadi hujan lapisan humus mengembang dan lobang-lobang (sarang) yang dibuat serangga akan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasinya bisa jauh lebih besar daripada tanah yang tanpa penutup tanaman.

6. Topografi

Kondisi topografi sangat memengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan memiliki kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu untuk infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu cukup banyak untuk infiltrasi.

7. Intensitas hujan

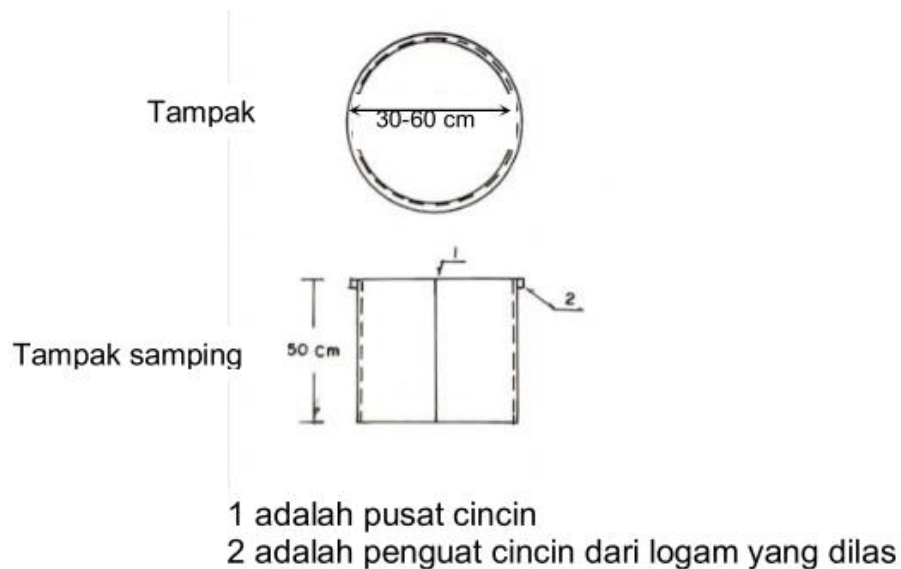
intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas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

### 2.2.2.2 Pengukuran infiltrasi

Metode yang bisa digunakan untuk menentukan kapasitas infiltrasi yaitu pengukuran menggunakan infiltrometer dan analisis hidrograf. Infiltrometer dibagi menjadi infiltrometer genangan dan simulator hujan (*rainfall simulators*).

#### 1. Infiltrometer genangan

Pengukuran laju infiltrasi mengacu pada SNI 7752:2012, 2012 tentang tata cara pengukuran infiltrasi tanah di lapangan dengan infiltrometer cincin ganda di mana dua buah cincin silinder infiltrometer dengan tinggi 500 mm, diameter cincin dalam 300 mm dan diameter cincin luar antara 450 mm sampai dengan 600 mm, terbuat dari besi, baja atau logam campuran setebal 3 mm dengan ujung bawah diruncingkan.



Gambar 2.3 *Double Ring Infiltrometer* dalam SNI 7752:2012, 2012

Infiltrometer genangan yang banyak digunakan adalah dua silinder konsentris atau tabung yang dimasukkan ke dalam tanah. Untuk tipe pertama, dua silinder konsentris yang terbuat dari logam dengan diameter antara 22,5 dan 90 cm ditempatkan dengan sisi bawahnya berada beberapa sentimeter di bawah permukaan tanah. Ke dalam kedua ruangan diisi air yang selalu dijaga pada elevasi sama. Fungsi dari silinder luar adalah untuk mencegah air di dalam ruang sebelah dalam menyebar pada daerah yang lebih besar setelah merembes dari bawah dasar silinder. Kapasitas infiltrasi

dan perubahannya dapat ditentukan dari kecepatan penambahan air pada silinder dalam yang diperlukan untuk mempertahankan elevasi konstan. Infiltrometer tipe kedua terdiri dari tabung dengan diameter sekitar 22,5 cm dan 45 sampai 60 cm yang dimasukkan kedalam tanah sampai kedalaman minimum sama dengan kedalaman di mana air meresap selama percobaan (sekitar 37,5 sampai 52,5 cm), sehingga tidak terjadi penyebaran. Laju air harus ditambahkan untuk menjaga kedalaman yang konstan di dalam tabung dicatat.

## 2. Simulator hujan

Agar alat di atas tingkat kelemahan penggunaannya rendah, dibikin hujan buatan dengan intensitas merata yang lebih tinggi dari kapasitas infiltrasi. Besarnya infiltrasi dihitung dengan menulis besarnya hujan dan limpasan. Luas lahan yang disiram adalah 0,1 sampai dengan 40 m<sup>2</sup>.

### 2.2.2.3 Kapasitas infiltrasi

Ketika air hujan terkumpul di atas permukaan tanah, air tersebut akan terinfiltrasi melalui permukaan dan masuk ke dalam tanah dengan laju infiltrasi awal ( $f_0$ ) yang nilainya tergantung pada kadar air tanah saat itu. Dengan berlanjutnya hujan, laju infiltrasi berkurang karena tanah menjadi lebih basah. Laju infiltrasi sebagai fungsi waktu diberikan oleh Horton (1940) dalam persamaan sebagai berikut:

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan :

$f_t$  : kapasitas infiltrasi pada saat ke  $t$

$f_0$  : kapasitas infiltrasi awal

$f_c$  : kapasitas infiltrasi konstan, yang tergantung pada tipe tanah

$k$  : konstan yang menunjukkan laju pengurangan kapasitas infiltrasi

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa apabila suplai hujan melampaui kapasitas infiltrasi, infiltrasi berkurang secara eksponensial. Konstanta  $k$  merupakan fungsi tekstur permukaan. Jika permukaan ada tanaman nilai  $k$  kecil, sedang jika tekstur permukaan halus seperti tanah gundul nilai tersebut besar. Parameter  $f_0$  dan  $f_c$  adalah fungsi jenis tanah dan tutupan. Untuk tanah berpasir atau

berkerikil nilai tersebut tinggi, sedang tanah berlembung yang gundul nilainya kecil, dan apabila permukaan tanah ada rumput nilainya bertambah.

Jumlah keseluruhan air yang terinfiltrasi pada suatu periode terkait pada laju infiltrasi serta fungsi waktu. Ketika laju infiltrasi pada suatu saat adalah  $f(t)$ , maka infiltrasi kumulatif atau jumlah air yang terinfiltrasi adalah  $F(t)$ .

### 2.2.3 Kerentanan (*Vulnerability*)

#### 1. Definisi Kerentanan

Kerentanan (*Vulnerability*) didefinisikan sebagai kondisi karakteristik geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya, biologis dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu, dan yang dapat mengurangi kemampuan dari masyarakat untuk mencegah, meredam dan mencapai kesiapan ataupun untuk menanggapi dampak bahaya tertentu. (Cannon, 1994).

#### 2. Klasifikasi Faktor Kerentanan

Menurut Davidson (1997) dalam modifikasinya menyatakan bahwa faktor kerentanan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Timbul saat terjadi bencana.
- b. Kerentanan sosial kependudukan, yang menunjukkan perkiraan besaran keselamatan jiwa/kesehatan penduduk bila bencana terjadi.
- c. Kerentanan ekonomi, yang menggambarkan besarnya gangguan serta kerugian terhadap aktivitas ekonomi komunitas sehari-hari apabila terjadi bencana.

#### 3. Indikator Kerentanan

Dalam pernyataan Anderson (2000), apabila diinginkan untuk mengontrol dan mengurangi kerusakan akibat bencana, maka diperlukan identifikasi dan menilai kerentanan di berbagai tempat dan waktu, agar dapat mendesain strategi yang efektif untuk mengurangi dampak negatif dari bencana. Dalam hal ini diperlukan analisis terhadap kerentanan bencana. Maka, untuk itu perlulah diketahui terlebih dahulu indikator-indikator untuk mengkaji kerentanan. Adapun indikator-indikator tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Untuk indikator dari kerentanan fisik (infrastruktur) dapat dilihat antara lain dari:

- 1) Persentase kawasan terbangun
  - 2) Kepadatan bangunan
  - 3) Persentase bangunan bertingkat
  - 4) Jaringan listrik
  - 5) Jaringan PDAM
  - 6) Rasio panjang jalan
- b. Indikator dari kerentanan sosial dan kependudukan meliputi:
- a) Kepadatan penduduk
  - b) Laju pertumbuhan penduduk
  - c) Persentase penduduk usia tua-balita
  - d) Persentase penduduk wanita
- c. Beberapa indikator dari kerentanan ekonomi diantaranya adalah:
- a) Persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan (sektor yang rawan terhadap pemutusan hubungan kerja).
  - b) Persentase rumah tangga miskin

#### **2.2.4 Banjir**

##### **1. Definisi Banjir**

Banjir didefinisikan sebagai suatu kondisi yang mana air dalam saluran pembuang (kali) tidak dapat tertampung atau terjadinya hambatan pada aliran air di dalam saluran pembuangan. Dalam hal ini, banjir adalah peristiwa alam yang dapat menimbulkan baik kerugian harta benda penduduk maupun korban jiwa. Maka, banjir dapat pula dikatakan sebagai kejadian luapan air yang diakibatkan bila penampang saluran yang kurang kapasitasnya. (Suripin, 2004).

##### **2. Parameter Penentu Banjir**

Parameter yang secara signifikan berpengaruh pada terjadinya banjir adalah sebagai berikut:

###### **a. Curah Hujan**

Curah hujan merupakan data yang paling fundamental dalam perhitungan debit banjir rencana (*design flood*). Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi

pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan area dan dinyatakan dalam mm (Sosrodarsono, 2003). Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat/titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan area yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan atau di sekitar kawasan tersebut. Curah hujan area ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Sedangkan data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan (Suripin, 2004).

Maka dalam menentukan debit banjir rencana (*design flood*), diperlukanlah harga suatu intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Loebis, 1987).

Sedangkan untuk menghitung intensitas curah hujan, dapat digunakan beberapa macam metode, antara lain metode Dr.Mononobe, metode Talbot dan metode Tadashi Tanimoto. Metode Dr.Mononobe, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan apabila yang tersedia adalah data curah hujan harian. (Loebis, 1987). Sedangkan metode Talbot, digunakan apabila data curah hujan yang tersedia adalah data curah hujan jangka pendek. (Loebis, 1987). Kemudian untuk Metode Tadashi Tanimoto, mengembangkan distribusi hujan jam-jaman yang dapat digunakan di Pulau Jawa (Triatmodjo, 2015).

#### b. Tata Guna Lahan

(Platt, 2004) Tata guna lahan (*land use*) merupakan suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan yang meliputi

pembagian wilayah untuk pengkhususan fungsi-fungsi tertentu, misalnya fungsi pemukiman, perdagangan, industri, dll. Rencana tata guna lahan merupakan kerangka kerja yang menetapkan keputusan-keputusan terkait tentang lokasi, kapasitas dan jadwal pembuatan jalan, saluran air bersih dan air limbah, gedung sekolah, pusat kesehatan, taman dan pusat-pusat pelayanan serta fasilitas umum lainnya.

Pada saat musim kemarau terjadi kekeringan sedangkan pada saat musim hujan terjadi banjir. Salah satu penyebabnya adalah perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan daerah-daerah resapan air menghilang dan digantikan dengan bangunan (Barid dan Lestari, 2014)

#### c. Infiltrasi Tanah dan Struktur Tanah

Infiltrasi tanah merupakan perjalanan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler dan grafitasi. Proses terjadinya infiltrasi melibatkan beberapa proses yang saling berhubungan yaitu proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah, tertampungnya air hujan tersebut ke dalam tanah dan proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain yang dipengaruhi oleh tekstur, struktur, kelembaban, organism, kedalaman dan vegetasi (Asdak, 2004).

Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah serta merupakan satu-satunya sifat fisik tanah yang tetap dan tidak mudah diubah oleh tangan manusia jika tidak ditambah dari tempat lain. Besarnya laju infiltrasi tanah pada lahan tak bervegetasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas hujan, sedangkan pada kawasan lahan bervegetasi, besarnya laju infiltrasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas curah hujan efektif (Asdak, 2004).

#### d. Kemiringan Lereng

Faktor panjang lereng merupakan perbandingan tanah yang tererosi pada suatu panjang lereng terhadap tanah tererosi pada panjang lereng 22,1 m, sedangkan faktor kemiringan lereng adalah perbandingan tanah yang tererosi pada suatu kemiringan lahan terhadap tanah yang tererosi pada kemiringan lahan 9% untuk kondisi permukaan lahan yang sama (Suripin,

2004). Kemiringan lereng mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Diasumsikan semakin landai kemiringan lerengnya, maka aliran limpasan permukaan akan menjadi lambat dan kemungkinan terjadinya genangan atau banjir menjadi besar, sedangkan semakin curam kemiringan lereng akan menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat sehingga air hujan yang jatuh akan langsung dialirkan dan tidak menggenangi daerah tersebut, sehingga resiko banjir menjadi kecil (Pratomo, 2008). Semakin landai daerah maka tingkat kerawanan banjir tinggi begitu pula sebaliknya (Adisasmita dan Raharjo, 2008).