

## **BAB II**

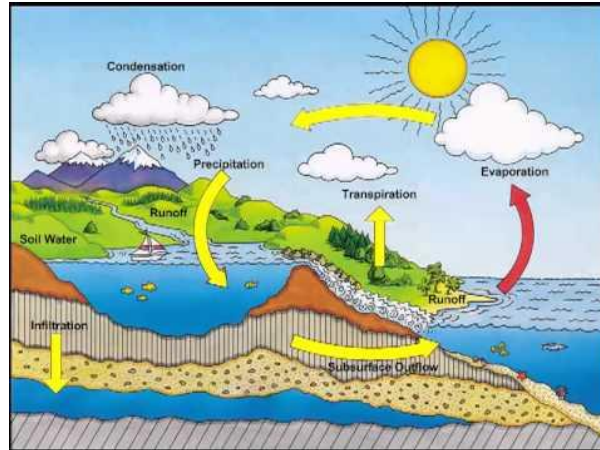
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. SIKLUS HIDROLOGI**

Siklus hidrologi atau daur hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah dan akhirnya kembali mengalir ke laut. Air laut menguap karena adanya radiasi matahari menjadi awan, kemudian awan yang terjadi bergerak ke atas daratan karena tertiup angin. Adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin menyebabkan *presipitasi*. *Presipitasi* yang terjadi berupa hujan, salju, hujan es dan embun.

Tidak semua presipitasi yang mencapai permukaan secara langsung berinfiltrasi ke dalam tanah atau melimpas di atas permukaan tanah. Sebagian darinya, secara langsung atau setelah penyimpanan permukaan (atau bawah permukaan) hilang dalam bentuk *evaporasi*, yaitu proses air menjadi uap, *transpirasi*, yaitu proses dimana air menjadi uap melalui metabolisme tanaman, *inkorporasi*, yaitu pemindahan air menjadi struktur fisik vegetasi pada proses pertumbuhan dan *sublimasi*, yaitu proses di mana air secara langsung berubah dari keadaan padat menjadi uap. Perkiraan *evaporasi* dan *transpirasi* adalah sangat penting dalam pengkajian – pengkajian hidrometeorologi (Seyhan; 1990).

Daur hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.1. dibawah ini :



Gambar 2.1. Siklus hidrolo (Sumber Google)

## 2.2. CURAH HUJAN (PRESIPITASI)

Presipitasi adalah adalah curahan atau turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda, yaitu curah hujan di daerah tropis dan curah hujan salju di daerah beriklim sedang. Mengingat bahwa di daerah tropis presipitasi hanya ditemui dalam bentuk curah hujan, maka presipitasi dalam konteks daerah tropis adalah sama dengan curah hujan. Presipitasi adalah peristiwa klimatik yang bersifat alamiah yaitu perubahan bentuk dari uap air di atmosfer menjadi curah hujan sebagai akibat proses kondensasi (Asdak, 1995).

Presipitasi mempunyai banyak karakteristik yang dapat mempengaruhi produk air suatu hasil perencanaan pengelolaan DAS. Besar kecilnya presipitasi, waktu berlangsungnya hujan dan ukuran serta intensitas hujan yang terjadi baik secara sendiri-sendiri atau merupakan kombinasi akan mempengaruhi kegiatan pembangunan (proyek).

Hujan juga dapat terjadi oleh pertemuan antara dua massa air, basah dan panas. Tiga tipe hujan yang umum dijumpai didaerah tropis dapat disebutkan sebagai berikut:

1. Hujan konvektif ( *convectioal storms* ) tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Sumber utama panas di daerah tropis adalah berasal dari matahari. Beda panas ini biasanya terjadi pada akhir musim kering yang menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 Km.
2. Hujan Frontal ( *frontal/ cyclonic storms* ), tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembaban. Pada tipe hujan ini, massa udara lembab yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi. Tergantung pada tipe hujan yang dihasilkannya, hujan frontal dapat dibedakan menjadi hujan frontal dingin dan hangat. Hujan badai dan hujan *monsoon* adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai.
3. Hujan Orografik ( *Orographic storms* ), jenis hujan yang umum terjadi didaerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Tipe hujan orografik dianggap sebagai pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai karena berlangsung di daerah hulu DAS (Seyhan, 1990).

Menurut Schmidt dan Ferguson dasar untuk membuat penggolongan iklim adalah dengan cara menghitung dan menentukan quotient (Q rerata) jumlah bulan kering dan rerata bulan basah. Langkah pertama ditentukan terlebih dahulu tentang status bulan. Untuk ini mereka menggunakan kriteria yang dibuat oleh Mohr. Bulan kering adalah suatu bulan yang jumlah hujannya kurang dari 60 mm. Ini berarti curah hujan lebih kecil daripada evaporasi. Atau jika dilihat status lengas tanahnya akan mengalami pengeringan. Adapun bulan basah adalah bulan yang curah hujannya lebih besar dari 100 mm. Kalau dilihat status tanahnya akan

bertambah basah karena curah hujan lebih besar daripada evaporasi. Bulan dengan curah hujan antara  $60 \pm 100$  mm, dianggap bulan lembab yaitu bulan yang curah hujannya seimbang dengan evaporasi. Langkah selanjutnya dari data curah hujan yang ada (untuk ini dipakai yang sedikit-dikitnya 10 th) masing-masing tahun dihitung berapa bulan basah dan berapa bulan kering. Bulan lembab selanjutnya tidak dipakai untuk menghitung Q. Kemudian dari angka jumlah bulan basah atau bulan kering dibuat reratanya dan diperbandingkan. Atas dasar data Q, Schmidt dan Ferguson akhirnya dapat menentukan penggolongan tipe iklim yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1. Penentuan Tipe Curah Hujan di Indonesia Menurut Schmidt-Fergusson**

Nilai Q ( % )	Hujan	Keterangan
$0 \leq Q < 14.3$	A	Sangat Basah
$14.3 \leq Q < 33.3$	B	Basah
$33.3 \leq Q < 60.0$	C	Agak Basah
$60 \leq Q < 100$	D	Sedang
$100 \leq Q < 167$	E	Agak Kering
$167 \leq Q < 300$	F	Kering
$300 \leq Q < 700$	G	Sangat Kering
$700 \leq Q$	H	Luar Biasa Kering

*Sumber: Lakitan 2002*

Sistem klasifikasi Schmidt-Ferguson , cukup luas dipergunakan khususnya untuk tanaman keras/tanaman perkebunan dan tanaman kehutanan. Hal ini kiranya cukup beralasan karena dengan sistem ini orang kurang tahu yang sebenarnya kapan bulan kering atau kapan bulan basah terjadi (Lakitan, 2002).

### 2.3. INTERSEPSI

Intersepsi adalah proses ketika air hujan jatuh pada permukaan vegetasi di atas permukaan tanah, tertahan beberapa saat untuk kemudian diuapkan kembali ke atmosfer atau diserap oleh vegetasi yang bersangkutan. Proses intersepsi terjadi selama berlangsungnya curah hujan dan setelah hujan berhenti. Proses intersepsi

terhadap curah hujan dari tutupan vegetasi adalah sebagai salah satu proses dalam siklus hidrologi dalam hutan. Air hujan yang jatuh menembus tajuk vegetasi dan menyentuh tanah akan menjadi bagian air tanah.

Hanya sedikit informasi yang tersedia mengenai intersepsi karena perbedaan vegetasi dan waktu di lokasi tertentu untuk melihat kebutuhan data tentang intersepsi, bahkan dengan tingkat penguapan yang berbeda-beda. Perpaduan intersepsi dan air tanah permukaan dalam suatu wilayah yang sama mungkin lebih masuk akal di daerah kering dari pada di daerah lembab karena periode yang lebih lama secara umum di antara peristiwa hujan (Pilgram, dkk, 1988).

#### **2.4. LAMA WAKTU HUJAN**

Lama waktu hujan adalah lama waktu berlangsungnya hujan, dalam hal ini dapat mewakili total curah hujan atau periode hujan yang singkat dari curah hujan yang relatif seragam. Lama hujan mempunyai pengaruh terhadap jumlah aliran yang terjadi. Hujan yang berlangsung lama akan mengakibatkan kapasitas infiltrasi tanah menurun, sehingga air hujan yang jatuh akan lebih banyak yang langsung menjadi aliran permukaan dan akhirnya akan dapat menyebabkan terjadinya laju pengairan atau banjir maksimum di daerah tersebut (Asdak, 1995 ; Seyhan, 1990).

#### **2.5. INTENSITAS HUJAN**

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi, dengan satuan mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana berdasar metode rasional durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit (Suroso, 2006).

Besarnya intensitas hujan dapat diketahui dari hasil pencatatan penakaran hujan otomatis (fluviograf) berupa sebuah lengkung penjumlahan hujan (akumulasi hujan). Data intensitas hujan tersebut umumnya dalam bentuk tabular atau grafik. Cara lain untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan adalah dengan menggunakan teknik interval waktu yang berbeda. Data intensitas hujan dapat dimanfaatkan untuk prakiraan besarnya erosi, debit puncak (banjir), perencanaan drainase, dan bangunan air lainnya, serta prakiraan dampak perubahan tataguna lahan dalam skala besar terhadap perubahan karakteristik hidrologi (Asdak, 1995).

$$I = \frac{a}{b+t} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

I : intensitas curah hujan (mm/jam);

t : lamanya curah hujan (jam);

a dan b : konstanta yang tergantung lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i)^2 \sum_{i=1}^n (I_i^2 \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^n (I_i)^2 - \sum_{i=1}^n (I_i) \sum_{i=1}^n (I_i)} \dots\dots\dots(2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i \cdot t_i) \sum_{i=1}^n (I_i) - \sum_{i=1}^n (I_i^2 \cdot t_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^n (I_i)^2 - \sum_{i=1}^n (I_i) \sum_{i=1}^n (I_i)} \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

I<sub>i</sub> : intensitas curah hujan

t<sub>i</sub> : lamanya curah hujan

N : jumlah data

Seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Suroso, 2006) sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{24}{t} \left(\frac{2}{3}\right) \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- t = lama hujan (jam)
- R24 = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

## 2.6. WAKTU KONSENTRASI (*tc*)

Waktu konsentrasi *Tc* (*time of concentration*) adalah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (*outlet*). Hal ini terjadi ketika tanah sepanjang kedua titik tersebut telah jenuh dan semua cekungan bumi lainnya telah terisi oleh air hujan. Waktu konsentrasi (*tc*) dihitung dengan persamaan matematik yang dikembangkan oleh Kirpich (Asdak, 1995).

$$tc = 0,0195 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots \dots \dots (5)$$

dengan:

- tc* = Waktu konsentrasi (menit)
- L = panjang aliran permukaan (meter)
- S = kemiringan rata-rata permukaan tanah (%)

## 2.7. EVANTOPORASI

Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi (penguapan). Peristiwa penguapan dari tanaman disebut transpirasi. Kedua-duanya disebut evapotranspirasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi dan evapotranspirasi adlah suhu air, suhu udara (atmosfir), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Pada waktu pengukuran evaporasi, maka kondisi pada saat itu harus diperhatikan, mengingat faktor itu sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. (Sosrodarsono, 2003).

Persamaan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi adalah menggunakan persamaan keseimbangan air, adalah :

$$E = P + I \pm U - O \pm \Delta S \dots\dots\dots( 6 )$$

Keterangan :

E = evapotranspirasi

P = curah hujan

I = aliran permukaan yang memasuki daerah pengaliran

U = aliran bawah tanah yang masuk ke atau keluar dari daerah pengaliran

O = aliran permukaan yang keluar dari daerah pengaliran

$\Delta S$  = perubahan penampungan di atas maupun di bawah permukaan tanah

Jika pengamatan dilakukan dalam kurun waktu yang cukup panjang maka  $\Delta S$  yang tidak akumulatif itu akan kecil artinya sehingga dapat diabaikan. Besarnya U, disebabkan oleh kondisi geologi dapat menjadi kecil pengaruhnya terhadap persamaan penampungan. Pengabaian terhadap nilai U dapat dipakai sebagai pendekatan pertama untuk menentukan kehilangan akibat evapotranspirasi.

## **2.8. SUMUR RESAPAN**

Sumur resapan adalah sumur atau lubang di permukaan tanah berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga menyerupai bentuk sumur gali dengan kedalaman tertentu yang berfungsi sebagai tempat menampung air hujan yang jatuh di atas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah. Beberapa fungsi sumur resapan bagi kehidupan manusia adalah sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah, serta menekan laju erosi. Sumur resapan merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir.



Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap ke dalam tanah. Fungsi sumur resapan dipengaruhi faktor iklim, kondisi air tanah, kondisi tanah, tata guna lahan, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Menurut Hardjoso (dalam Sunjoto, 1988), air yang akan masuk ke dalam sumur resapan dapat diukur dengan rumus:

$$Q = \pi \times Cg \times \frac{S^2 - H^2}{\ln\left(\frac{r}{A}\right)} \dots\dots\dots(7)$$

- Dengan : Q = Debit rembesan ( $m^3/det$ )
- Cg = Koefisien pengaliran air dalam tanah (m/det)
- S = Tinggi sumur resapan (m)
- H = Tinggi muka air terhadap dasar sumur (m)
- r = Jari-jari sumur (m)
- A = Jarak antar sumur (m)

## 2.9. LAJU INFILTRAS

Infiltrasi adalah perjalanan air masuk ke dalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan perjalanan air tersebut ke tanah yang lebih dalam. Dengan kata lain, infiltrasi adalah perjalanan air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler (gerakan air ke arah lateral) dan gravitasi (gerakan air ke arah vertikal). Setelah keadaan jenuh pada lapisan tanah bagian atas terlampaui, sebagian dari air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi bumi dan dikenal sebagai proses perkolasi.

Air infiltrasi yang tidak kembali lagi ke atmosfer melalui proses evapotranspirasi akan menjadi air tanah untuk seterusnya mengalir ke sungai di sekitarnya.

Meningkatkan kecepatan dan luas wilayah infiltrasi dapat memperbesar debit aliran selama musim kemarau yang adalah penting untuk memasok kebutuhan air pada saat kritis tersebut, untuk pengenceran kadar pencemaran air sungai dan berbagai keperluan lainnya. (Sosrodarso, 2003).

Menurut Sosrodarsono (2003), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya infiltrasi atau air resapan adalah sebagai berikut :

**1. Dalamnya genangan di atas permukaan tanah**

Air genangan di lekukan permukaan tanah masuk ke dalam tanah, terutama disebabkan oleh gravitasi yang bekerja pada air itu.

**2. Kelembaban tanah**

Besarnya kelembaban tanah pada lapisan teratas sangat mempengaruhi laju infiltrasi. Bila kekurangan kelembaban tanah diisi oleh infiltrasi, maka selisih potensial kapiler akan menjadi kecil. Pada waktu yang bersamaan kapasitas infiltrasi pada permulaan curah hujan akan berkurang tiba-tiba, yang disebabkan oleh pengembangan bagian koloidal dalam tanah.

**3. Pemampatan oleh curah hujan**

Gaya pukulan butir-butir hujan mengurangi kapasitas infiltrasi, karena oleh pukulan-pukulan itu butir-butir halus di permukaan lapisan teratas akan terpecah dan masuk ke dalam ruang-ruang antara, sehingga terjadi efek pemampatan. Permukaan tanah yang terdiri dari lapisan bercampur lempung akan menjadi sangat impermeabel oleh pemampatan butir-butir hujan itu. Tetapi tanah pasiran tanpa bahan-bahan yang lain tidak akan dipengaruhi oleh gaya hujan itu.

**2. Penyumbatan oleh bahan-bahan yang halus**

Kadang-kadang dalam keadaan kering banyak bahan halus yang diendapkan di atas permukaan tanah. Jika infiltrasi terjadi maka bahan halus akan masuk ke dalam tanah bersama air itu. Hal ini juga sebuah faktor yang menurunkan kapasitas air resapan selama curah hujan.

**3. Pemampatan oleh orang dan hewan**

Pada bagian lalu lintas orang atau kendaraan, permeabilitas tanah berkurang karena struktur butir-butir tanah dan ruang-ruang yang berbentuk pipa halus telah dirusakannya, contohnya kebun rumput tempat memelihara banyak hewan, lapangan permainan dan jalan tanah.

#### **4. Struktur tanah**

Lubang dalam tanah yang digali oleh binatang-binatang yang kecil dan serangga, akar-akar tanaman yang mati, mengakibatkan permeabilitas yang tinggi.

#### **5. Tumbuh-tumbuhan**

Jika permukaan tanah tertutup oleh pohon-pohon dan rumput-rumputan maka infiltrasi dapat dipercepat. Tumbuh-tumbuhan bukan hanya melindungi permukaan tanah dari gaya pemampatan curah hujan, tetapi juga lapisan humus yang terjadi mempercepat pengaliran serangga dan lain-lain.

#### **6. Lain-lain**

Besarnya kapasitas infiltrasi ditentukan oleh faktor-faktor tersebut di atas secara bersama-sama. Beberapa faktor di antaranya mengakibatkan perbedaan kapasitas infiltrasi dari tempat ke tempat dan faktor-faktor yang lain mengakibatkan variasi infiltrasi menurun tempat dan waktu.

Disamping faktor-faktor tersebut di atas, maka pengurangan kelembaban tanah oleh transpirasi melalui tumbuh-tumbuhan, variasi kekentalan air dalam ruang-ruang tanah akibat suhu tanah, efek pembekuan (di daerah dingin) dan lain-lain, adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas air resapan atau infiltrasi.

### **2.10. AIR LARIAN**

Air larian (*surface runoff*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan lautan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut keluar ke permukaan tanah lagi lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan yang disebut terakhir tersebut disebut air larian. Bagian penting dari air larian yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan rancang bangun pengendali air larian adalah besarnya

debit puncak (peak flow) dan waktu tercapainya debit puncak, volume dan penyebaran air larian. Sebelum air dapat mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan terlebih dahulu harus memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan berbagai bentuk cekungan tanah dan penampung air lainnya.

Air larian berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah pengisian air pada cekungan tersebut selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas. Ada bagian air larian yang berlangsung agak cepat untuk selanjutnya membentuk aliran debit. Bagian air larian lain, karena melewati cekungan-cekungan permukaan tanah sehingga memerlukan waktu beberapa hari atau bahkan beberapa minggu sebelum akhirnya menjadi aliran debit. Dengan demikian, kondisi aliran air permukaan yang berbeda akan menentukan bentuk dan besaran hidrograf aliran (bentuk hubungan grafis antara debit dan waktu) suatu daerah aliran sungai.

Debit tahunan, yaitu aliran air sungai sepanjang tahun tampaknya mendapat sumber air dari air tanah. Aliran air yang memberikan sumbangan paling cepat terhadap pembentukan debit adalah air hujan yang jatuh langsung di atas permukaan saluran air atau dikenal sebagai intersepsi saluran (*channel interception*). Intersepsi saluran ini yang pertama kali menyebabkan naiknya hidrograf aliran dan berhenti segera setelah hujan berakhir.

Air larian atau aliran air permukaan adalah aliran air di atas permukaan tanah yang terjadi karena laju curah hujan melampaui laju infiltrasi. Aliran air bawah permukaan (*subsurface flow*) adalah bagian dari curah hujan yang terinfiltrasi ke dalam tanah, kemudian mengalir dan bergabung dengan aliran debit. Aliran air bawah permukaan merupakan penyumbang debit yang cukup besar di daerah berhutan (Asdak, 1995).

Metode untuk memprakirakan besarnya air aliran puncak (peak runoff,  $Q_p$ ) salah satunya adalah dengan metoda rasional (U.S. Soil Conservation Service, 1986). Metoda ini relatif mudah menggunakannya dan lebih diperuntukkan pemakaiannya pada DAS dengan ukuran kecil (kurang dari 300 ha). Persamaan

matematis metoda rasional untuk memprakirakan besarnya air limpasan adalah sebagai berikut:

- Untuk daerah dengan luas  $\leq 80$  Ha

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot i \cdot A \dots \dots \dots (8)$$

dengan :

- Q : debit limpasan (L/detik) dan harus diubah menjadi ( $m^3$ /detik)
- C : koefisien pengaliran
- i : rata-rata intensitas hujan yang besarnya tergantung waktu konsentrasi (mm/jam)
- A : luas wilayah (Ha)

- Untuk daerah dengan luas  $> 80$  Ha

$$Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot C_s \cdot i \cdot A \dots \dots \dots (9)$$

keterangan:

- Cs = koefisien penampungan

## 2.11. KOEFISIEN AIR ALIRAN

Koefisien air larian atau sering disingkat C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Misalnya C untuk hutan 0,10, artinya 10 persen dari total curah hujan akan menjadi air larian. Secara matematis, koefisien air larian dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$C = \frac{\text{air larian (mm)}}{\text{curah hujan (mm)}} \dots \dots \dots (10)$$

Angka koefisien air larian ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai koefisien

air limpasan merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai C yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air limpasan sehingga ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar. Angka C berkisar antara 0 sampai 1 (Asdak, 1995).

Koefisien aliran dapat dibagi menjadi dua jenis (Sosrodarsono dan Takeda, 2003), yaitu koefisien volumetrik dan koefisien aliran puncak.

Koefisien aliran volumetrik diperoleh dengan membagi jumlah aliran langsung dengan jumlah hujan penyebabnya. Rumus koefisien aliran volumetrik, yaitu:

$$C_v = \frac{p}{q} \dots \dots \dots (11)$$

dengan:

$C_v$  : koefisien aliran volumetrik

$q$  : aliran langsung (mm)

$p$  : jumlah hujan penyebabnya (mm)

Koefisien aliran puncak merupakan perbandingan antara besarnya puncak aliran ( $Q_p$ ) dengan intensitas hujan selama waktu tiba dari banjir ( $I$ ) dan luas daerah pengaliran ( $A$ ). Rumus koefisien aliran puncak, yaitu:

$$C_p = \frac{Q_p}{A.I} \dots \dots \dots (12)$$

dengan:

$C_p$  : koefisien aliran puncak

$Q_p$  : puncak aliran ( $m^3/det$ )

$I$  : intensitas hujan rata-rata (mm/jam)

$A$  : luas daerah pengaliran ( $m^2$ )

Pada DAS kecil (tidak melebihi 26 Km<sup>2</sup>) maka harga-harga koefisien aliran dapat menggunakan harga-harga koefisien limpasan pada humus rasional, seperti yang dikemukakan oleh Chow dan Gray dalam (Seyhan, 1990). Harga koefisien aliran dapat dilihat pada Tabel 2.2 , Tabel 2.3 dan Tabel 2.4

**Tabel 2.2 Harga-harga koefisien limpasan**

Tipe Kawasan	Koefisien
Halaman rumput :	
Tanah berpasir, datar ( 2% )	0,05 – 0,10
Tanah berpasir, rata-rata ( 2-7% )	0,10 – 0,15
Tanah berpasir, curam ( 7% )	0,15 – 0,20
Tanah berat, datar ( 2% )	0,13 – 0,17
Tanah berat, rata-rata ( 2-7% )	0,18 – 0,22
Tanah berat, curam ( 2% )	0,25 – 0,35
Bisnis	
Kawasan kota	0,70 – 0,95
Kawasan pinggiran	0,50 – 0,70
Kawasan pemukiman	
Kawasan keluarga-tunggal	0,30 – 0 50
Multi satuan, terpisah	0,40 – 0,60
Multi satuan, berdempetan	0,60 – 0,75
Pinggiran kota	0,25 – 0,40
Kawasan tempat tinggal berupa rumah susun	0,50 – 0,70
Perindustrian	
Kawasan yang ringan	0,50 – 0,80
Kawasan yang berat	0,60 – 0,90

Taman-taman dan kuburan	0,10 – 0,25
Lapangan bermain	0,20 – 0,35
Kawasan halaman rel kereta api	0,20 – 0,40
Kawasan yang belum diperbaiki	0,10 – 0,30
Jalan-jalan :	
Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu bata	0,70 – 0,85
Jalan raya dan trotoar	0,75 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95
Lahan datar, kemiringan rata-rata 1 hingga 3 kaki per mil	0,30
Lahan berombak, kemiringan rata-rata 15 hingga 20 kaki per mil	0,20
Lahan berbukit, kemiringan rata-rata 150 hingga 250 kaki per mil	0,10
Tanah	0,10
Liat kedap air rapat	0,20
Kombinasi medium dari liat dan lempung	0,40
Lempung berpasir yang terbuka	
Penutup tanaman	0,10
Lahan-lahan yang diusahakan	0,20
Lahan kayu	

*Sumber : Seyhan 1990*



**Tabel 2.3 Nilai Koefisien Air Larian C Untuk Persamaan Rasional (U.S. Forest Service, 1980)**

Tataguna lahan	C
Perkantoran	
Daerah pusat kota	0,70 – 0,95
Daerah sekitar kota	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Rumah susun, terpisah	0,40 – 0,60
Rumah susun, bersambung	0,60 – 0,75
Pinggiran kota	0,25 – 0,40
Daerah Industri	
Kurang padat industri	0,50 – 0,80
Padat industri	0,60 – 0,90
Taman, Kuburan	0,10 – 0,25
Tempat Bermain	0,20 – 0,35
Daerah stasiun KA	0,20 – 0,40
Daerah tak berkembang	0,10 – 0,30
Jalan Raya	
Beraspal	0,70 – 0,95
Berbeton	0,80 – 0,95
Berbatu bata	0,70 – 0,85
Trotoar	0,75 – 0,85
Daerah beratap	0,75 – 0,95
Tanah Lapang	
Berpasir, datar, 2 %	0,05 – 0,10

Berpasir, agak rata, 2-7 %	0,10 – 0,15
Berpasir, miring, 7 %	0,15 – 0,20
Tanah berat, datar, 2 %	0,13 – 0,17
Tanah berat, agak rata, 2-7 %	0,18 – 0,22
Tanah berat, miring, 7 %	0,25 – 0,35
Tanah Pertanian, 0-30 %	
Tanah Kosong	
Rata	0,30 – 0,60
Kasar	0,20 – 0,50
Ladang Garapan	
Tanah berat, tanpa vegetasi	0,30 – 0,60
Tanah berat, dengan vegetasi	0,20 – 0,50
Berpasir, tanpa vegetasi	0,20 – 0,25
Berpasir, dengan vegetasi	0,10 – 0,25

*Sumber : U.S. Forest Service, 1980*

**Tabel 2.4 Nilai Koefisien Air Larian C Untuk Persamaan Rasional  
(U.S. Forest Service, 1980) (Lanjutan)**

Tataguna lahan	C
Padang Rumput	
Tanah berat	0,15 – 0,45
Berpasir	0,05 – 0,25
Hutan/bervegetasi	0,05 – 0,25
Tanah tidak produktif, > 30 %	
Rata, kedap air	0,70 – 0,90
Kasar	0,50 – 0,70

*Sumber : Chay Asdak 1995*

### 2.11.1. KOEFISIEN LIMPASAN

Koefisien air larian atau sering disingkat C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Secara matematis, koefisien air larian dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Koefisien air larian ( C )} = \frac{\text{air larian}}{\text{curah hujan}} \dots\dots\dots(12)$$

Angka koefisien air larian ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai C yang besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air larian. Dengan makin besarnya jumlah air hujan yang menjadi air larian, maka ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar. Angka C berkisar antara 0 sampai.

Angka 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terdistribusi menjadi air intersepsi dan terutama infiltrasi. Sedang angka C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai air larian. Di lapangan, angka koefisien air larian biasanya lebih besar dari 0 dan lebih kecil dari 1. (Asdak, 1995)

### 2.11.2. PERHITUNGAN DEBIT PUNCAK ALIRAN PERMUKAAN

Metoda Rasional

Metoda rasional (U.S. Soil Consevation Service, 1986) adalah metoda yang digunakan untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (peak runoff). Meoda ini relatif mudah digunakan karena diperuntukkan pemakaian pada DAS berukuran kecil, kurang dari 300 ha.

Persamaan matematik metode rasional

$$Q_p = 0,0028 C i_p A \dots\dots\dots(13)$$

dengan :

Q<sub>p</sub> = Air larian (debit) puncak (m<sup>3</sup>/dt)

C = Koefisien air larian

i<sub>p</sub> = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Wilayah DAS (ha)

## **2.12. PENELITIAN SEBELUMNYA**

### **2.12.1. Chairullah dan Furqon, 2005, "Laju Infiltrasi Pada Areal Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Dengan Menggunakan Metoda Horton"**

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai laju infiltrasi pada lapisan tanah di areal Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia dengan rumus Horton, dengan menggunakan alat ring infiltrometer. Serta membandingkan hasil hitungan laju infiltrasi dengan rumus Horton dan rumus umum yang telah dilakukan oleh penelitian terdahulu.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa berdasarkan hasil perhitungan infiltrasi dengan menggunakan metode Horton di dapat besarnya laju infiltrasi rerata air hujan di areal Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia sebesar 2,16 cm/jam. Hasil penelitian metode Horton nilai laju infiltrasi lebih kecil dibanding dengan metode umum, karena parameter yang digunakan pada masing-masing metode berbeda. Hasil akhir laju infiltrasi rerata metode Horton sebesar 2,16 cm/jam sedangkan pada metode umum laju infiltrasi rerata sebesar 9,2725 cm/jam.

### **2.12.2. Noni Harfiyanti, 2005 "STUDI BESARNYA NILAI KOEFISIEN ALIRAN LIMPASAN PERMUKAAN (Surface Runoff) DI DAERAH KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA"**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pembangunan gedung Kampus Terpadu UII yang berada di daerah resapan air dapat mengganggu lingkungan atau tidak. Pada penelitian tugas akhir yang dilakukan di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia adalah untuk mengetahui besarnya volume curah hujan penyebab yang turun di daerah penelitian dan berapa besar air yang melimpas di atas permukaan tanah serta berapa besar nilai koefisien aliran limpasan permukaan (runoff) pada tahun 1993 dan tahun 2004. Untuk penelitian ini data-data yang digunakan sebagai perbandingan adalah data-data tahun 1993 dan tahun 2004.

Pada tahun 1993 Nilai koefisien aliran puncak ( $C_p$ ) dan koefisien aliran volumetrik ( $C_v$ ) pada tahun 1993 sebesar 0,3 dengan luas area pengaliran 20 Ha. Ini berarti bahwa hujan yang jatuh di kawasan ini 30 persennya dialirkan menjadi

aliran permukaan. Sedangkan 70 persen sisa air hujan yang jatuh di kawasan ini hilang karena infiltrasi dan evapotranspirasi. Pada tahun 1993 masih dalam tahap pembangunan sehingga sebagian besar lahan di kawasan ini masih berupa lahan yang bervegetasi.

Untuk tahun 2004 nilai koefisien aliran puncak ( $C_p$ ) sebesar 0,35 dengan luas lahan 25 Ha. Ini berarti bahwa hujan yang jatuh di kawasan ini 35 persennya dialirkan menjadi aliran permukaan. Sedangkan 65 persen sisa air hujan yang jatuh di kawasan ini hilang karena infiltrasi dan evapotranspirasi. Pada tahun 2004 kawasan ini sudah banyak gedung-gedung perkuliahan dan fasilitas-fasilitas penunjang untuk sarana pendidikan. Sedangkan nilai koefisien aliran volumetrik ( $C_v$ ) sebesar 0,32 dengan air larian sebesar  $217.688,7427 \text{ m}^3/\text{th}$ .