

# MODUL PRAKTIKUM

## HIDROLOGI DASAR

DISUSUN OLEH:  
**TEAM TEACHING**

PROGRAM STUDI GEOGRAFI  
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN HUKUM  
UNIVERSITAS NEGERI MANADO



## PRAKTIKUM I

### MENGHITUNG CURAH HUJAN (CH) RATA-RATA

#### I. Maksud dan Tujuan

- a) Menghitung curah hujan dengan metode Rata-rata aritmatik.
- b) Menghitung curah hujan dengan Teknik poligon (Thiessen polygon).
- c) Menghitung curah hujan dengan Teknik Isoheter (Isohyetal).

#### II. Media yang digunakan

1. Kalkulator atau
2. Komputer dengan program Software MS Excel

#### III. Dasar Teori

Data jumlah curah hujan (CH) rata-rata untuk suatu daerah tangkapan air (*catchment area*) atau daerah aliran sungai (DAS) merupakan informasi yang sangat diperlukan oleh pakar bidang hidrologi. Dalam bidang pertanian data CH sangat berguna, misalnya untuk pengaturan air irigasi, mengetahui neraca air lahan, mengetahui besarnya aliran permukaan (*run off*).

Untuk dapat mewakili besarnya CH di suatu wilayah/daerah diperlukan penakar CH dalam jumlah yang cukup. Semakin banyak penakar dipasang di lapangan diharapkan dapat diketahui besarnya rata -rata CH yang menunjukkan besarnya CH yang terjadi di daerah tersebut. Disamping itu juga diketahui variasi CH di suatu titik pengamatan.

Menurut (Hutchinson, 1970; Browning, 1987 dalam Asdak C. 1995) Ketelitian hasil pengukuran CH tergantung pada variabilitas spasial CH, maksudnya diperlukan semakin banyak lagi penakar CH bila kita mengukur CH di suatu daerah yang variasi curah hujannya besar. Ketelitian akan semakin meningkat dengan semakin banyak penakar yang dipasang, tetapi memerlukan biaya mahal dan juga memerlukan banyak waktu dan tenaga dalam pencatatannya di lapangan.

##### 1) Cara rata-rata aritmatik

Cara rata-rata aritmatik adalah cara yang paling mudah diantara cara lainnya (poligon dan isoheter). Digunakan khususnya untuk daerah seragam dengan variasi CH kecil. Cara ini dilakukan dengan mengukur serempak untuk lama waktu tertentu dari semua alat penakar dan dijumlahkan seluruhnya. Kemudian hasil penjumlahannya dibagi dengan jumlah penakar hujan maka akan dihasilkan rata-rata curah hujan di daerah tersebut. Secara matematik dituliskan persamaan sbb:

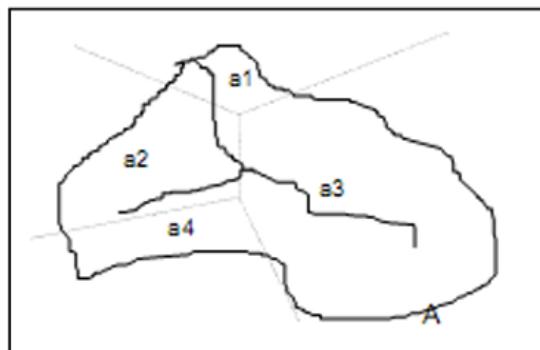
$$\text{Rata - rata CH} = \frac{\sum R_i}{n}$$

dimana:  $R_i$  = besarnya CH pada stasiun ke- $i$

$n$  = jumlah penakar (stasiun)

## 2) Cara Poligon (Thiessen polygon)

Cara ini untuk daerah yang tidak seragam dan variasi CH besar. Menurut Shaw (1985) cara ini tidak cocok untuk daerah bergunung dengan intensitas CH tinggi. Dilakukan dengan membagi suatu wilayah (luasnya A) ke dalam beberapa daerah-daerah membentuk poligon (luas masing-masing daerah a), seperti pada Gambar 1.1 :



**Gambar 1.1** Daerah-daerah poligon ( $a_1, a_2, a_3, a_4$ ) yang dibatasi oleh garis putus-putus pada Wilayah A.

**Tabel 1.1** Perhitungan persentase luas daerah (a) pada suatu wilayah A (10.000 ha)

| Daerah        | Luas Daerah, $A$ , (ha) | Tetapan Thiessen | Persentase Luas |
|---------------|-------------------------|------------------|-----------------|
| a1            | 1.000                   | 0,10             | 10%             |
| a2            | 3.000                   | 0,30             | 30%             |
| a3            | 1.500                   | 0,15             | 15%             |
| a4            | 4.500                   | 0,45             | 45%             |
| <b>Jumlah</b> | <b>10.000</b>           | <b>1,00</b>      | <b>100%</b>     |

Untuk menghitung Curah Hujan rata-rata cara poligon menggunakan persamaan :

$$\text{Rata-Rata CH} = R_1 \frac{a_1}{A} + R_2 \frac{a_2}{A} + R_3 \frac{a_3}{A} \dots R_n \frac{a_n}{A}$$

dimana  $R$  = jumlah curah hujan pada penakar/stasiun di daerah  $a$ .

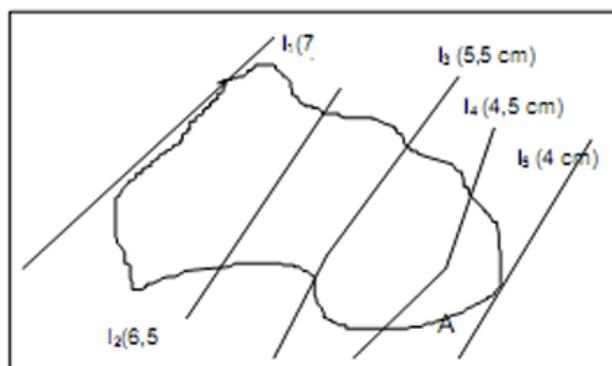
$a_i/A$  = Tetapan Thiessen

**Tabel 1.2.** Perhitungan Curah Hujan rata-rata cara poligon di suatu Wilayah A

| Stasiun di Daerah                         | Kedalaman CH yang terukur (cm) | Tetapan Thiessen | Volume CH daerah A (cm) |
|---|--------------------------------|------------------|-------------------------|
| a1  | 6                              | 0,10             | 0,60                    |
| a2  | 10                             | 0,30             | 3,00                    |
| a3  | 8                              | 0,15             | 1,20                    |
| a4  | 11                             | 0,45             | 4,95                    |
| <b>Curah hujan rata-rata di wilayah A</b> |                                |                  | <b>9,75</b>             |

### 3) Cara Isohet (Isohyetal)

Cara ini dipandang paling baik, tetapi bersifat subyektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman, pengetahuan pemakai terhadap sifat curah hujan pada daerah setempat. Isohet adalah garis pada peta yang menunjukkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama (Gambar 1.2).



**Gambar 1.2.** Garis-garis besarnya curah hujan pada masing-masing Isohet (I).

Dalam metode isohet ini Wilayah dibagi dalam daerah-daerah yang masing-masing dibatasi oleh dua garis isohet yang berdekatan, misalnya Isohet 1 dan 2 atau ( $I_1 - I_2$ ). Oleh karena itu, dalam Gambar 2, curah hujan rata -rata untuk daerah  $I_1 - I_2$  adalah  $(7 \text{ cm} + 6,5 \text{ cm})/2 = 6,75 \text{ cm}$ . Untuk menghitung luas daerah dalam suatu peta kita bisa menggunakan **Planimeter**. Sercara sederhana bisa juga menggunakan kertas **milimeter block** dengan cara menghitung kotak yang masuk dalam batas daerah yang diukur.

**Tabel 1.2.** Perhitungan Curah Hujan rata-rata cara Isohet pada wilayah A

| Daerah antara dua Isohet          | CH rata-rata antara dua Isohet (cm) | Prosentasi Luas antara dua Isohet *) | Volume CH (cm) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| $I_1 - I_2$                       | 6,75 x                              | 40% =                                | 2,700          |
| $I_2 - I_3$                       | 6,00 x                              | 20% =                                | 1,200          |
| $I_3 - I_4$                       | 5,00 x                              | 25% =                                | 1,250          |
| $I_4 - I_5$                       | 4,25 x                              | 15% =                                | 0,638          |
| Curah Hujan rata-rata wilayah A = |                                     |                                      | 5,788          |

\*) terhadap luas wilayah A

Metode isohet berguna terutama berguna untuk mempelajari pengaruh hujan terhadap perilaku aliran air sungai terutama untuk daerah dengan tipe curah hujan orografik (daerah pegunungan).

## Tugas Praktikum 1

1. Setiap mahasiswa mengerjakan pertanyaan-pertanyaan di bawah dengan bantuan komputer program aplikasi Microsoft Excel.
2. Hasil perhitungan disimpan dengan nama file : Nama\_Kelas\_Acara.

**Pertanyaan:**

1. Hitung curah hujan dengan metode Rata-rata aritmatik pada Tabel 1.1

Tabel 1.3 Data curah hujan bulanan Lokasi X (mm)

| LOKASI | STASIUN PENAKAR |     |     |     |     |     |     |     | CH Rata-Rata |
|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|        | 1               | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |              |
| A      | 80              | 75  | 89  | 105 | 75  | 95  | 125 | -   |              |
| B      | 150             | 160 | 200 | -   | 100 | -   | 140 | 120 |              |
| C      | 158             | 187 | 250 | 264 | 300 | 230 | 178 | 190 |              |

2. Hitung curah hujan rata-rata dengan Teknik Poligon (Thiessen polygon) pada Tabel 1.2

Tabel 1.2. Data CH tahunan suatu wilayah A

| Daerah        | Luas Daerah A (ha) | CH (mm) |
|---------------|--------------------|---------|
| A1            | 25000              | 1500    |
| A2            | 45000              | 2500    |
| A3            | 15000              | 800     |
| A4            | 75000              | 1250    |
| <b>Jumlah</b> |                    |         |

3. Hitung curah hujan dengan Teknik Isohyet (Isohyetal) pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data CH Bulanan suatu wilayah A

| Daerah antara Dua Isohyet         | Luas antara dua Isohyet (km <sup>2</sup> ) | CH isohyet (mm) | Volume CH |
|-----------------------------------|--|-----------------|-----------|
| I <sub>1</sub> – I <sub>2</sub>   | 1200                                       | 250             |           |
| I <sub>2</sub> – I <sub>3</sub>   | 2000                                       | 125             |           |
| I <sub>3</sub> – I <sub>4</sub>   | 500  | 200             |           |
| I <sub>4</sub> – I <sub>5</sub>   | 4500                                       | 175             |           |
| I <sub>6</sub> – I <sub>7</sub>   | 100  | 225             |           |
| Curah Hujan rata-rata wilayah A = |  |                 |           |

## PRAKTIKUM II

### PENDUGAAN EVAPOTRANSPIRASI (ETP) METODE THORNTWHAITE

#### I. Maksud dan Tujuan

- a) Mahasiswa dapat menghitung ETP dari data pengamatan pangi klas A.
- b) Mahasiswa dapat menghitung ETP metode Thortwaite baik menggunakan nomogram maupun rumus empiris.

#### II. Alat

- Komputer dengan program aplikasi MS Excel.

#### III. Dasar Teori

Pengukuran evapotranspirasi (ETP) secara langsung di lapangan diukur dengan menggunakan *lysimeter*. Data dari lysimeter ini merupakan nilai sebenarnya evapotranspirasi lapangan. Karena *Lysimeter* dipasang dengan peralatan dan instalasi khusus serta bersifat permanen maka penggunaannya kurang praktis dan memerlukan biaya. Untuk itu maka para ahli berusaha menduga ETP tersebut dengan persamaan empiris dengan menggunakan data-data iklim.

##### ▲ Evaporimeter Panci Klas A

Rumus:

$$ETP = Eo \times \text{konstanta panci}$$

dimana  $Eo$  adalah evaporasi dari pangi klas A pada stasiun (mm), sedangkan konstanta pangi untuk Indonesia berkisar 0,7 - 0,8 atau rata-rata 0,75. Konstanta pangi dapat diperoleh dengan percobaan di lapangan. Misalnya evaporasi pada pangi klas A pada stasiun menunjukkan 4,0 mm/hari, maka  $ETP = 0,75 \times 4,0 = 3,0$  mm/hari.

##### 1. Metode Thornthwaite

Pendugaan ETP metode Thorntwaite ini hanya menggunakan data suhu rata-rata bulanan saja, Sedangkan metode Blaney-Criddle, Penman, Makkink dan Priestly-Taylor menghendaki data yang cukup banyak seperti: suhu, radiasi, kecepatan angin, kelembaban udara sehingga meskipun hasilnya lebih akurat, namun sulit diterapkan pada wilayah yang tidak memiliki data iklim yang lengkap.

Untuk memperoleh ETP dengan metode ini bisa dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

### a. Nomogram

Gambar 2.1 adalah *Nomogram* (thornthwaite, 1948), hubungan suhu udara bulanan rata-rata ( $t$   $^{\circ}$ C) sebagai sumbu-Y dan besarnya evapotranspirasi bulanan (cm) sebagai sumbu-X (Gambar 1). Untuk menggunakan ini harus dihitung dulu Indeks Bahang ( $I$  = *Heat index*) yaitu akumulasi indeks panas/bahang dalam setahun, diperoleh dengan rumus :

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

Pada nomogram buatlah garis yang menghubungkan titik  $I$  (indeks panas) yang diperoleh dengan titik konvergensi. Titik konvergensi berada pada koordinat suhu 26,5  $^{\circ}$ C (sumbu-Y) dan ETP 13,50 (sumbu-X). Dari garis yang terbentuk tariklah koordinat data suhu anda (sumbu -Y) untuk memperoleh nilai ETP pada sumbu-X. Bila data suhu udara lebih besar dari 26,5  $^{\circ}$ C maka gunakanlah tabel disamping nomogram atau menggunakan rumus:

$$ETP (t \geq 26,5^{\circ}\text{C}) = -0,0433 t^2 + 3,2244 t - 41,545$$

Nilai ETP yang diperoleh ini belum dikoreksi dengan faktor kedudukan matahari atau faktor lintang (F). Nilai F dapat dilihat dalam Tabel 2.5. Sehingga nilai :

$$ETP (\text{terkoreksi}) = ETP \cdot F$$

### b. Rumus empiris

Untuk menduga ETP metode Thornthwaite bisa menggunakan rumus. Rumus ini berlaku untuk suhu udara rata-rata bulanan ( $t < 26,5^{\circ}\text{C}$ ), yaitu;

$$ETP = 1,6 (10 t/I)^a$$

dimana,

ETP = evaporasi potensial bulan (cm/bulan)

$t$  = suhu rata-rata bulanan ( $^{\circ}$ C)

$I$  = akumulasi indeks panas dalam setahun, diperoleh dengan rumus :

$$I = \sum_{1}^{12} \left( \frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

$$a = 0,000000675 I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$$

$f$  = faktor koreksi terhadap panjang hari dari letak lintang (diperoleh dari tabel)

Sedangkan untuk data suhu  $t \geq 26,5^{\circ}\text{C}$ , gunakan rumus :

$$ETP (\text{terkoreksi}) = ETP \cdot F$$

Agar lebih jelas perhatikan contoh perhitungan pendugaan ETP metode Thorthwaite di bawah ini:

**Teladan:**

Tabel 2.1 Suhu rata-rata bulan ( misalnya data 10 tahun) stasiun-X (posisi 0°LS)

| Bulan     | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | Mei  | Jun  | Jul  | Agus | Sept | Okt  | Nov  | Des  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Suhu (°C) | 25,0 | 25,5 | 26,0 | 26,5 | 26,8 | 27,0 | 28,0 | 27,5 | 26,0 | 25,5 | 26,0 | 25,5 |

Prosedur perhitungan :

1. Hitung indeks heat index masing-masing bulan (i) dengan rumus

$$I = \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

2. Kemudian hitung heat index setahun (i) dengan cara menjumlahkan  $i$  masing-masing bulan.
  3. Hitung nilai  $a$  dengan rumus  $a = 0,000000675 - 0,0000771 I^3 + 0,01792 I + 0,49239$
  4. Hitung ETP tidak dikoreksi dengan rumus  $ETP = 1,6 (10 t/I)^a$  untuk suhu rata-rata  $t < 26,5^{\circ}\text{C}$ . Untuk suhu  $t \geq 26,5^{\circ}\text{C}$  gunakan tabel pada nomogram atau gunakan rumus:  $ETP(t \geq 26,5^{\circ}\text{C}) = -0,0433 t^2 + 3,2244 t - 41,545$
  5. Tentukan nilai faktor koreksi (F) pada Tabel 2.6 yang disesuaikan dengan bulan dan posisi lintang
  6. Kemudian hitung ETP terkoreksi dengan rumus:  $ETP_{\text{terkoreksi}} = ETP \times F$ .

Tabel 2.2 Perhitungan ETP

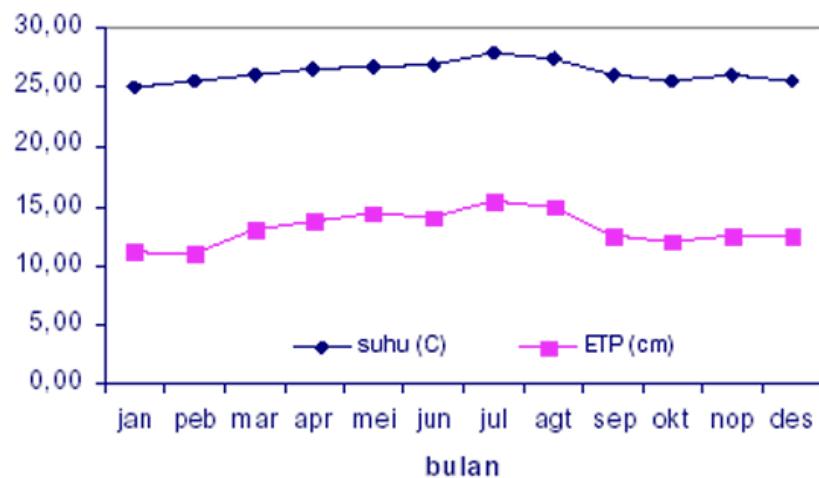
Ket;

$$l = 148; a = 3,645$$

$ETP^*$  = ETP di bawah titik konvergensi ( $t < 26,5^{\circ}\text{C}$ )

$ETP^{**}$  = ETP di bawah titik konvergensi ( $t \geq 26,5^{\circ}\text{C}$ )

Nilai F diperoleh dari tabel 2 (untuk posisi  $0^{\circ}\text{LS}$ )



Gambar 2.3 Hubungan suhu dan ETP pada berbagai bulan

## Tugas Praktikum 2

Kerjakan pertanyaan/soal di bawah ini dengan bantuan komputer (program aplikasi MS Excel).

1. Hitung ETP bulan Februari bila diketahui data evaporasi harian (mm) pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Evaporasi (Eo) harian pada panci Klas A (konstanta panci = 0.75)

| tgl | Eo  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 2,5 | 7   | 3,6 | 13  | 4,3 | 19  | 3,3 | 25  | 3,5 |
| 2   | 3,2 | 8   | 6,0 | 14  | 5,2 | 20  | 6,6 | 26  | 3,2 |
| 3   | 5,3 | 9   | 2,4 | 15  | 6,5 | 21  | 2,4 | 27  | 5,3 |
| 4   | 4,3 | 10  | 1,5 | 16  | 2,4 | 22  | 2,5 | 28  | 4,3 |
| 5   | 5,1 | 11  | 2,9 | 17  | 1,0 | 23  | 2,9 | 29  | 7,1 |
| 6   | 5,2 | 12  | 3,0 | 18  | 3,6 | 24  | 3,0 | 30  | 5,2 |

2. Hitung ETP terkoreksi metode Thorthwaite dengan data pada Tabel 2.5 dan hasil perhitungan dibuat seperti Tabel 2.2 dan buatkan grafik garis dimana bulan pada sumbu-x dan suhu dan ETP pada sumbu -y, seperti Gambar 2.3.

Tabel 2.5 Suhu rata-rata bulan (diperoleh dari data 20 tahun) stasiun -X (10° LS)

| Bulan      | Jan  | Feb  | Mar  | Apr  | Mei  | Jun  | Jul  | Agus | Sept | Okt  | Nov  | Des  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Suhu (t°C) | 25,3 | 25,0 | 25,8 | 26,5 | 26,8 | 27,0 | 27,5 | 28,0 | 26,5 | 25,5 | 26,4 | 25,5 |

Tabel 2.6. Faktor koreksi (F) untuk kedudukan matahari atau faktor lintang

| LU | Bulan |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 0  | 1,04  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 1  | 1,04  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 2  | 1,04  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,05 | 1,02 | 1,05 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 3  | 1,03  | 0,94 | 1,04 | 1,02 | 1,05 | 1,02 | 1,05 | 1,05 | 1,01 | 1,04 | 1,00 | 1,03 |
| 4  | 1,03  | 0,93 | 1,03 | 1,02 | 1,06 | 1,03 | 1,06 | 1,05 | 1,01 | 1,03 | 1,00 | 1,03 |
| 5  | 1,02  | 0,93 | 1,03 | 1,02 | 1,06 | 1,03 | 1,06 | 1,05 | 1,01 | 1,03 | 0,99 | 1,02 |
| 6  | 1,02  | 0,93 | 1,03 | 1,02 | 1,06 | 1,03 | 1,06 | 1,05 | 1,01 | 1,03 | 0,99 | 1,02 |
| 7  | 1,02  | 0,93 | 1,03 | 1,02 | 1,07 | 1,04 | 1,07 | 1,06 | 1,01 | 1,03 | 0,99 | 1,01 |
| 8  | 1,01  | 0,92 | 1,03 | 1,03 | 1,07 | 1,05 | 1,07 | 1,06 | 1,02 | 1,03 | 0,99 | 1,01 |
| 9  | 1,01  | 0,92 | 1,03 | 1,03 | 1,08 | 1,05 | 1,08 | 1,07 | 1,02 | 1,02 | 0,98 | 1,00 |
| 10 | 1,00  | 0,91 | 1,03 | 1,03 | 1,08 | 1,06 | 1,08 | 1,07 | 1,02 | 1,02 | 0,98 | 0,99 |
| 11 | 1,00  | 0,91 | 1,03 | 1,03 | 1,08 | 1,06 | 1,08 | 1,07 | 1,02 | 1,02 | 0,98 | 0,99 |
| 12 | 0,99  | 0,91 | 1,03 | 1,03 | 1,09 | 1,07 | 1,09 | 1,07 | 1,02 | 1,02 | 0,97 | 0,99 |
| 13 | 0,99  | 0,91 | 1,03 | 1,04 | 1,10 | 1,07 | 1,10 | 1,08 | 1,02 | 1,02 | 0,97 | 0,98 |

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 14 | 0,98 | 0,91 | 1,03 | 1,04 | 1,10 | 1,08 | 1,11 | 1,08 | 1,02 | 1,01 | 0,96 | 0,98 |
| 15 | 0,97 | 0,91 | 1,03 | 1,04 | 1,11 | 1,08 | 1,12 | 1,08 | 1,02 | 1,01 | 0,95 | 0,97 |
| 16 | 0,97 | 0,91 | 1,03 | 1,04 | 1,11 | 1,08 | 1,12 | 1,08 | 1,02 | 1,01 | 0,95 | 0,97 |
| 17 | 0,97 | 0,91 | 1,03 | 1,04 | 1,12 | 1,09 | 1,13 | 1,09 | 1,02 | 1,01 | 0,95 | 0,96 |
| 18 | 0,96 | 0,91 | 1,03 | 1,05 | 1,12 | 1,10 | 1,13 | 1,10 | 1,02 | 1,01 | 0,94 | 0,96 |
| 19 | 0,96 | 0,90 | 1,03 | 1,05 | 1,13 | 1,10 | 1,14 | 1,10 | 1,02 | 1,00 | 0,94 | 0,95 |
| 20 | 0,95 | 0,90 | 1,03 | 1,05 | 1,13 | 1,11 | 1,14 | 1,11 | 1,02 | 1,00 | 0,93 | 0,94 |
| 21 | 0,95 | 0,90 | 1,03 | 1,05 | 1,13 | 1,11 | 1,14 | 1,11 | 1,02 | 1,00 | 0,93 | 0,94 |
| 22 | 0,95 | 0,90 | 1,03 | 1,05 | 1,14 | 1,12 | 1,15 | 1,11 | 1,02 | 1,00 | 0,93 | 0,93 |
| 23 | 0,94 | 0,90 | 1,03 | 1,06 | 1,14 | 1,13 | 1,16 | 1,12 | 1,02 | 1,00 | 0,92 | 0,93 |
| 24 | 0,94 | 0,89 | 1,03 | 1,06 | 1,15 | 1,13 | 1,16 | 1,12 | 1,02 | 0,99 | 0,92 | 0,92 |
| 25 | 0,93 | 0,89 | 1,03 | 1,06 | 1,15 | 1,14 | 1,17 | 1,12 | 1,02 | 0,99 | 0,91 | 0,91 |
| 26 | 0,92 | 0,88 | 1,03 | 1,06 | 1,15 | 1,15 | 1,17 | 1,12 | 1,02 | 0,99 | 0,91 | 0,91 |
| 27 | 0,92 | 0,88 | 1,03 | 1,07 | 1,16 | 1,15 | 1,18 | 1,13 | 1,02 | 0,99 | 0,90 | 0,90 |
| 28 | 0,91 | 0,88 | 1,03 | 1,07 | 1,16 | 1,16 | 1,18 | 1,13 | 1,02 | 0,98 | 0,90 | 0,90 |
| 29 | 0,91 | 0,87 | 1,03 | 1,07 | 1,17 | 1,16 | 1,19 | 1,13 | 1,03 | 0,98 | 0,90 | 0,89 |
| 30 | 0,90 | 0,87 | 1,03 | 1,08 | 1,18 | 1,17 | 1,20 | 1,14 | 1,03 | 0,98 | 0,89 | 0,88 |
| 31 | 0,90 | 0,87 | 1,03 | 1,08 | 1,18 | 1,18 | 1,20 | 1,14 | 1,03 | 0,98 | 0,89 | 0,88 |
| 32 | 0,89 | 0,86 | 1,03 | 1,08 | 1,19 | 1,19 | 1,21 | 1,15 | 1,03 | 0,98 | 0,88 | 0,87 |
| 33 | 0,88 | 0,86 | 1,03 | 1,09 | 1,19 | 1,20 | 1,22 | 1,15 | 1,03 | 0,97 | 0,88 | 0,86 |
| 34 | 0,88 | 0,85 | 1,03 | 1,09 | 1,20 | 1,20 | 1,22 | 1,16 | 1,03 | 0,97 | 0,87 | 0,86 |
| 35 | 0,87 | 0,85 | 1,03 | 1,09 | 1,21 | 1,21 | 1,23 | 1,16 | 1,03 | 0,97 | 0,86 | 0,85 |
| 36 | 0,87 | 0,85 | 1,03 | 1,10 | 1,21 | 1,22 | 1,24 | 1,16 | 1,03 | 0,97 | 0,86 | 0,84 |
| 37 | 0,86 | 0,84 | 1,03 | 1,10 | 1,22 | 1,23 | 1,25 | 1,17 | 1,03 | 0,97 | 0,85 | 0,83 |
| 38 | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,10 | 1,23 | 1,24 | 1,25 | 1,17 | 1,04 | 0,96 | 0,84 | 0,83 |
| 39 | 0,85 | 0,84 | 1,03 | 1,11 | 1,23 | 1,24 | 1,26 | 1,18 | 1,04 | 0,96 | 0,84 | 0,82 |
| 40 | 0,84 | 0,83 | 1,03 | 1,11 | 1,24 | 1,25 | 1,27 | 1,18 | 1,04 | 0,96 | 0,83 | 0,81 |
| 41 | 0,83 | 0,83 | 1,03 | 1,11 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,19 | 1,04 | 0,96 | 0,82 | 0,80 |
| 42 | 0,82 | 0,83 | 1,03 | 1,12 | 1,26 | 1,27 | 1,28 | 1,19 | 1,04 | 0,95 | 0,82 | 0,79 |
| 43 | 0,81 | 0,82 | 1,02 | 1,12 | 1,26 | 1,28 | 1,29 | 1,20 | 1,04 | 0,95 | 0,81 | 0,77 |
| 44 | 0,81 | 0,82 | 1,02 | 1,13 | 1,27 | 1,29 | 1,30 | 1,20 | 1,04 | 0,95 | 0,80 | 0,76 |
| 45 | 0,80 | 0,81 | 1,02 | 1,13 | 1,28 | 1,29 | 1,31 | 1,21 | 1,04 | 0,94 | 0,79 | 0,75 |
| 46 | 0,79 | 0,81 | 1,02 | 1,13 | 1,29 | 1,31 | 1,32 | 1,22 | 1,04 | 0,94 | 0,79 | 0,74 |
| 47 | 0,77 | 0,80 | 1,02 | 1,14 | 1,30 | 1,32 | 1,33 | 1,22 | 1,04 | 0,93 | 0,78 | 0,73 |
| 48 | 0,76 | 0,80 | 1,02 | 1,14 | 1,31 | 1,33 | 1,34 | 1,23 | 1,05 | 0,93 | 0,77 | 0,72 |
| 49 | 0,75 | 0,79 | 1,02 | 1,14 | 1,32 | 1,34 | 1,35 | 1,24 | 1,05 | 0,93 | 0,76 | 0,71 |
| 50 | 0,74 | 0,78 | 1,02 | 1,15 | 1,33 | 1,36 | 1,37 | 1,25 | 1,06 | 0,92 | 0,76 | 0,70 |

| LS | Bulan |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|    | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 0  | 1,04  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 1  | 1,04  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 |
| 2  | 1,05  | 0,94 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,04 | 1,01 | 1,04 | 1,02 | 1,05 |
| 3  | 1,05  | 0,95 | 1,04 | 1,01 | 1,03 | 1,00 | 1,03 | 1,04 | 1,01 | 1,05 | 1,02 | 1,05 |
| 4  | 1,06  | 0,95 | 1,04 | 1,00 | 1,03 | 1,00 | 1,03 | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,03 | 1,06 |
| 5  | 1,06  | 0,95 | 1,04 | 1,00 | 1,02 | 1,99 | 1,02 | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,03 | 1,06 |
| 6  | 1,06  | 0,95 | 1,04 | 1,00 | 1,02 | 0,99 | 1,02 | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,03 | 1,06 |

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7  | 1,07 | 0,96 | 1,04 | 1,00 | 1,02 | 0,98 | 1,02 | 1,03 | 1,00 | 1,05 | 1,05 | 1,07 |
| 8  | 1,07 | 0,96 | 1,05 | 1,00 | 1,02 | 0,98 | 1,01 | 1,02 | 1,00 | 1,06 | 1,04 | 1,08 |
| 9  | 1,08 | 0,97 | 1,05 | 0,99 | 1,01 | 0,97 | 1,01 | 1,02 | 1,00 | 1,06 | 1,05 | 1,09 |
| 10 | 1,08 | 0,97 | 1,05 | 0,99 | 1,01 | 0,96 | 1,00 | 1,01 | 1,00 | 1,06 | 1,05 | 1,10 |
| 11 | 1,08 | 0,97 | 1,05 | 0,99 | 1,01 | 0,96 | 1,00 | 1,01 | 1,00 | 1,06 | 1,05 | 1,10 |
| 12 | 1,09 | 0,97 | 1,05 | 0,99 | 1,00 | 0,96 | 0,99 | 1,01 | 1,00 | 1,06 | 1,06 | 1,11 |
| 13 | 1,10 | 0,98 | 1,05 | 0,99 | 1,00 | 0,95 | 0,99 | 1,01 | 1,00 | 1,07 | 1,06 | 1,11 |
| 14 | 1,11 | 0,98 | 1,05 | 0,98 | 0,99 | 0,95 | 0,98 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,07 | 1,12 |
| 15 | 1,12 | 0,98 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,94 | 0,97 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,07 | 1,12 |
| 16 | 1,12 | 0,98 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,94 | 0,97 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,07 | 1,12 |
| 17 | 1,13 | 0,99 | 1,05 | 0,98 | 0,98 | 0,93 | 0,97 | 1,00 | 1,00 | 1,07 | 1,08 | 1,13 |
| 18 | 1,13 | 0,99 | 1,05 | 0,98 | 0,97 | 0,93 | 0,96 | 1,00 | 1,00 | 1,08 | 1,08 | 1,14 |
| 19 | 1,14 | 1,00 | 1,05 | 0,97 | 0,97 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 1,00 | 1,08 | 1,09 | 1,14 |
| 20 | 1,14 | 1,00 | 1,05 | 0,97 | 0,96 | 0,91 | 0,95 | 0,99 | 1,00 | 1,08 | 1,09 | 1,15 |
| 21 | 1,14 | 1,00 | 1,05 | 0,97 | 0,96 | 0,91 | 0,95 | 0,99 | 1,00 | 1,08 | 1,09 | 1,15 |
| 22 | 1,15 | 1,00 | 1,05 | 0,97 | 0,96 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 1,00 | 1,09 | 1,10 | 1,16 |
| 23 | 1,16 | 1,01 | 1,05 | 0,97 | 0,95 | 0,90 | 0,94 | 0,99 | 1,00 | 1,09 | 1,10 | 1,17 |
| 24 | 1,16 | 1,01 | 1,05 | 0,96 | 0,95 | 0,89 | 0,94 | 0,98 | 1,00 | 1,10 | 1,11 | 1,17 |
| 25 | 1,17 | 1,01 | 1,05 | 0,96 | 0,94 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | 1,00 | 1,10 | 1,11 | 1,18 |
| 26 | 1,17 | 1,01 | 1,05 | 0,96 | 0,94 | 0,88 | 0,93 | 0,98 | 1,00 | 1,10 | 1,11 | 1,18 |
| 27 | 1,18 | 1,06 | 1,05 | 0,96 | 0,94 | 0,87 | 0,92 | 0,98 | 1,00 | 1,11 | 1,12 | 1,19 |
| 28 | 1,19 | 1,06 | 1,06 | 0,96 | 0,93 | 0,87 | 0,92 | 0,97 | 1,00 | 1,11 | 1,13 | 1,20 |
| 29 | 1,19 | 1,06 | 1,06 | 0,95 | 0,93 | 0,86 | 0,91 | 0,97 | 1,00 | 1,12 | 1,13 | 1,20 |
| 30 | 1,20 | 1,06 | 1,06 | 0,95 | 0,92 | 0,85 | 0,90 | 0,96 | 1,00 | 1,12 | 1,14 | 1,21 |
| 31 | 1,20 | 1,06 | 1,06 | 0,95 | 0,92 | 0,85 | 0,90 | 0,96 | 1,00 | 1,12 | 1,14 | 1,21 |
| 32 | 1,21 | 1,06 | 1,06 | 0,95 | 0,91 | 0,84 | 0,89 | 0,96 | 1,00 | 1,12 | 1,15 | 1,22 |
| 33 | 1,22 | 1,06 | 1,06 | 0,95 | 0,91 | 0,84 | 0,89 | 0,95 | 1,00 | 1,13 | 1,16 | 1,23 |
| 34 | 1,22 | 1,06 | 1,06 | 0,94 | 0,90 | 0,83 | 0,88 | 0,95 | 1,00 | 1,13 | 1,16 | 1,24 |
| 35 | 1,23 | 1,06 | 1,06 | 0,94 | 0,89 | 0,82 | 0,87 | 0,94 | 1,00 | 1,13 | 1,17 | 1,25 |
| 36 | 1,23 | 1,06 | 1,06 | 0,94 | 0,89 | 0,82 | 0,87 | 0,94 | 1,00 | 1,13 | 1,17 | 1,25 |
| 37 | 1,24 | 1,06 | 1,06 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,86 | 0,94 | 1,00 | 1,14 | 1,18 | 1,26 |
| 38 | 1,25 | 1,07 | 1,07 | 0,94 | 0,88 | 0,80 | 0,86 | 0,93 | 1,00 | 1,14 | 1,19 | 1,27 |
| 39 | 1,26 | 1,07 | 1,07 | 0,93 | 0,87 | 0,79 | 0,85 | 0,93 | 1,00 | 1,15 | 1,19 | 1,28 |
| 40 | 1,27 | 1,07 | 1,07 | 0,93 | 0,86 | 0,78 | 0,84 | 0,92 | 1,00 | 1,15 | 1,20 | 1,29 |
| 41 | 1,28 | 1,07 | 1,07 | 0,93 | 0,86 | 0,77 | 0,83 | 0,92 | 1,00 | 1,16 | 1,21 | 1,30 |
| 42 | 1,28 | 1,07 | 1,07 | 0,92 | 0,85 | 0,76 | 0,82 | 0,92 | 1,00 | 1,16 | 1,22 | 1,31 |
| 43 | 1,29 | 1,08 | 1,07 | 0,92 | 0,84 | 0,75 | 0,82 | 0,92 | 1,00 | 1,17 | 1,23 | 1,32 |
| 44 | 1,30 | 1,08 | 1,07 | 0,92 | 0,83 | 0,74 | 0,81 | 0,91 | 0,99 | 1,17 | 1,23 | 1,33 |
| 45 | 1,31 | 1,09 | 1,07 | 0,92 | 0,83 | 0,73 | 0,80 | 0,91 | 0,99 | 1,17 | 1,24 | 1,34 |
| 46 | 1,32 | 1,10 | 1,07 | 0,91 | 0,82 | 0,72 | 0,79 | 0,90 | 0,99 | 1,17 | 1,25 | 1,35 |
| 47 | 1,33 | 1,11 | 1,08 | 0,91 | 0,81 | 0,71 | 0,78 | 0,90 | 0,99 | 1,18 | 1,26 | 1,36 |
| 48 | 1,34 | 1,11 | 1,08 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,76 | 0,89 | 0,99 | 1,18 | 1,27 | 1,37 |
| 49 | 1,36 | 1,12 | 1,08 | 0,90 | 0,79 | 0,69 | 0,75 | 0,89 | 0,99 | 1,19 | 1,28 | 1,39 |
| 50 | 1,37 | 1,12 | 1,08 | 0,89 | 0,77 | 0,67 | 0,74 | 0,88 | 0,99 | 1,19 | 1,29 | 1,41 |

## PRAKTIKUM III

### MENGHITUNG DEBIT PUNCAK (Q) DAN KOEFISIEN RUN OFF (C)

#### I. Tujuan Praktikum

1. Mahasiswa dapat menentukan nilai koefisien runoff (C).
2. Mahasiswa dapat menghitung aliran permukaan/debit puncak (Q).

#### II. Media yang Digunakan

Komputer dengan program MS Excel.

#### III. Dasar Teori

Aliran permukaan (run off) 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 dari air hujan yang telah masuk ke dalam tanah, terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh, air tersebut ke luar ke permukaan tanah lagi dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Aliran air permukaan yang disebut terakhir sering juga disebut **air larian atau limpasan**.

Bagian penting dari air larian dalam kaitannya dengan rancang bangun pengendali air larian adalah besarnya debit puncak,  $Q$  (*peak flow*) dan waktu tercapainya debit puncak, volume dan penyebaran air larian. Curah hujan yang jatuh terlebih dahulu memenuhi air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, dan mengisi cekungan tanah baru kemudian air larian berlangsung ketika curah hujan melampaui laju infiltrasi ke dalam tanah.

Semakin lama dan semakin tinggi intensitas hujan akan menghasilkan air larian semakin besar. Namun intensitas hujan yang terlalu tinggi dapat menghancurkan agregat tanah sehingga akan menutupi pori-pori tanah akibatnya menurunkan kapasitas infiltrasi. Volume air larian akan lebih besar pada hujan yang intensif dan tersebar merata di seluruh wilayah DAS dari pada hujan tidak merata, apalagi kurang intensif. Disamping itu, faktor lain yang mempengaruhi volume air larian adalah bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi dan tataguna lahan.

Kerapatan daerah aliran (drainase) mempengaruhi kecepatan air larian. Kerapatan daerah aliran adalah jumlah dari semua saluran air/sungai (km) dibagi luas DAS ( $\text{km}^2$ ). Makin tinggi kerapatan daerah aliran makin besar kecepatan air larian sehingga debit puncak tercapai dalam waktu yang cepat.

Vegetasi dapat menghalangi jalannya air larian dan memperbesar jumlah air infiltrasi dan masuk ke dalam tanah.

### Perhitungan Koefisien Runoff

#### Koefisien Air Larian

Koefisien air larian (C) adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan.

$$C = \frac{\text{Air Larian (mm)}}{\text{Curah Hujan (mm)}} \quad (\text{dalam suatu DAS})$$

Atau

$$C = \sum_{i=1}^{12} (d_i \times 86400 \times Q) / (P \times A)$$

dimana:

$d_i$  = Jumlah hari dalam bulan ke-i

$Q$  = Debit rata-rata bulanan ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ) dan  $86400$  = jumlah detik dalam 24 jam.

$P$  = Curah hujan rata-rata setahun ( $\text{m/tahun}$ )

$A$  = Luas DAS ( $\text{m}^2$ )

Misalnya C untuk hutan adalah 0,1 arti nya 10% dari total curah hujan akan menjadi air larian. Angka C ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan fisik. Nilai C yang besar berarti sebagian besar air hujan menjadi air larian, maka ancaman erosi dan banjir akan besar. Besaran nilai C akan berbeda-beda tergantung dari **topografi dan penggunaan lahan**. Semakin curam kelerengan lahan semakin besar nilai C lahan tersebut. Nilai C pada berbagai topografi dan penggunaan lahan bisa dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Nilai C pada berbagai topografi dan penggunaan lahan

| KONDISI DAERAH               | NILAI C     |
|------------------------------|-------------|
| Pegunungan yang curam        | 0.75 – 0.90 |
| Pegunungan tersier           | 0.70 – 0.80 |
| Tanah bergelombang dan hutan | 0.50 – 0.75 |
| Tanah dataran yang ditanami  | 0.45 – 0.60 |
| Persawahan yang diairi       | 0.70 – 0.80 |
| Sungai di daerah pegunungan  | 0.75 – 0.85 |
| Sungai kecil di dataran      | 0.45 – 0.75 |
| Sungai besar di dataran      | 0.50 – 0.75 |

Sumber : Dr. Mononobe dalam Suyono S. (1999)

## Perhitungan Debit Puncak Aliran Permukaan

### Metoda Rasional

Metoda rasional (U.S. Soil Conservation Service, 1973) adalah metoda yang digunakan untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (peak runoff). Metoda ini relatif mudah digunakan karena diperlukan pemakaian pada DAS berukuran kecil, kurang dari 300 ha (Goldman et al, 1986). Persamaan matematik metoda rasional:

$$Q_p = 0,0028 C i_p A$$

$Q_p$  = Air larian (debit) puncak ( $m^3/dt$ )

$C$  = Koefisien air larian

$i_p$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas Wilayah DAS (ha)

Intensitas hujan ditentukan dengan memperkirakan waktu konsentrasi (time of concentration,  $T_c$ ) untuk DAS bersangkutan dan menghitung intensitas hujan maksimum untuk periode berulang (return period) tertentu dan waktu hujan sama dengan  $T_c$ . Bila  $T_c = 1$  jam maka intensitas hujan terbesar yang harus digunakan adalah curah hujan 1-jam.

Contoh :

#### 1. Perhitungan debit puncak ( $Q_p$ )

Suatu daerah dengan luas 250 ha memiliki koefisien runoff ( $C = 0,35$ ), intensitas hujan terbesar ( $i_p = 0,75$  mm/jam). Hitung debit air larian puncak ( $m^3/dt$ ) ?

Pemecahan :

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,0028 C i_p A \\ &= 0,0028 \cdot 0,35 \cdot 0,75 \cdot 250 \text{ } m^3/dt \\ &= 0,18 \text{ } m^3/dt \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan P, Q dan C

Tabel 3.2. Perhitungan jumlah air yang mengalir melalui outlet dengan ukuran DAS (200 ha)

| Bulan    | Debit rata-rata<br>( $Q$ ( $m^3/dt$ )) | Jumlah<br>Hari (d) | Total debit d x<br>86400 x $Q$ (m <sup>3</sup> ) | Curah<br>Hujan (mm) |
|----------|--|--------------------|--|---------------------|
| Januari  | 0,15                                   | 31                 | 401760   | 369                 |
| Pebruari | 0,10                                   | 28                 | 241920   | 291                 |
| Maret    | 0,08                                   | 31                 | 214272   | 289                 |
| April    | 0,06                                   | 30                 | 155520   | 271                 |
| Mei      | 0,05                                   | 31                 | 133920   | 188                 |

|                        |      |    |                  |              |
|------------------------|------|----|------------------|--------------|
| Juni                   | 0,05 | 30 | 129600           | 132          |
| Juli                   | 0,02 | 31 | 53568            | 132          |
| Agustus                | 0,01 | 31 | 26784            | 67           |
| September              | 0,04 | 30 | 103680           | 78           |
| Oktober                | 0,06 | 31 | 160704           | 144          |
| Nopember               | 0,08 | 30 | 207360           | 226          |
| Desember               | 0,21 | 31 | 562464           | 355          |
| <b>Total setahun =</b> |      |    | <b>2.391.552</b> | <b>2.542</b> |

Tahap-tahap yang perlu dilakukan :

a. Volume hujan setahun seluas 200 ha,  $P = CH/1000 \times A$

dimana,  $CH$  = curah hujan (mm/tahun)

$$A = \text{luas DAS (m}^2\text{)} \quad (1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2)$$

$$\begin{aligned} P &= (2542/1000) \times 200 \times 10000 \text{ m}^3 \\ &= 5.084.000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Total  $Q$  setahun

$$Q = \sum_{1}^{12} (d \times 86400 \times Q) = 2.391.552 \text{ m}^3$$

$$Q = 2.391.552 \text{ m}^3$$

c. Koefisien air larian ( $C$ ) kemudian dapat dihitung, yaitu :

$$C = \sum_{1}^{12} (d_i \times 86400 \times Q) / \left( \frac{CH}{1000} \right) (A)$$

$$C = 2391552 \text{ m}^3 / 5084000 \text{ m}^3$$

$$C = 0.47$$

### Tugas Praktikum 3

Masing-masing mahasiswa menghitung pertanyaan di bawah dengan menggunakan komputer dengan program aplikasi MS Excel. Gunakan formula excel dalam menghitung tersebut (jangan secara manual). Setelah selesai simpan pekerjaannya dalam bentuk file.

#### 1. Perhitungan debit puncak (Qp)

Tabel 3.1 Data C, Ip dan A

| Daerah | C    | ip (mm/jam) | A (Ha) | Qp (m <sup>3</sup> /dt) |
|--------|------|-------------|--------|-------------------------|
| A      | 0.30 | 0.55        | 200    | .....                   |
| B      | 0.30 | 0.75        | 200    | .....                   |
| C      | 0.45 | 0.75        | 200    | .....                   |
| D      | 0.65 | 1.00        | 200    | .....                   |

Apa kesimpulan saudara tentang hubungan C dan Ip terhadap debit puncak (Qp)?

#### 2. Perhitungan P, Q dan C

Tabel 3.2. Perhitungan jumlah air yang mengalir melalui outlet dengan ukuran DAS (250ha)

| Bulan     | Debit rata-rata (Q (m <sup>3</sup> /dt)) | Jumlah Hari (d) | Total debit d x 86400 x Q (m <sup>3</sup> ) | Curah Hujan (mm) |
|-----------|--|-----------------|---|------------------|
| Januari   | 0,10                                     | .....           | .....                                       | 350              |
| Pebruari  | 0,09                                     | .....           | .....                                       | 300              |
| Maret     | 0,07                                     | .....           | .....                                       | 275              |
| April     | 0,05                                     | .....           | .....                                       | 255              |
| Mei       | 0,04                                     | .....           | .....                                       | 188              |
| Juni      | 0,03                                     | .....           | .....                                       | 132              |
| Juli      | 0,02                                     | .....           | .....                                       | 100              |
| Agustus   | 0,01                                     | .....           | .....                                       | 67               |
| September | 0,05                                     | .....           | .....                                       | 78               |
| Oktober   | 0,07                                     | .....           | .....                                       | 145              |
| Nopember  | 0,08                                     | .....           | .....                                       | 226              |
| Desember  | 0,18                                     | .....           | .....                                       | 400              |
|           | <b>Total setahun =</b>                   |                 | .....                                       | .....            |

Hitung koefisien runoff (C) DAS di atas!

## PRAKTIKUM IV

### MENGHITUNG NERACA AIR LAHAN BULANAN

#### I. Tujuan Praktikum

1. Mahasiswa mampu menghitung curah hujan rata -rata bulanan dengan metode regresi, statistika dan ranking.
2. Mahasiswa mampu menghitung dan menganalisis neraca air lahan bulanan metode thorthwaite.

#### II. Media yang digunakan

1. Kalkulator atau
2. Komputer dengan program Sofware MS Excel

#### III. Dasar Teori

Dalam konsep siklus hidrologi bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu di permukaan bumi dipengaruhi oleh besarnya air yang masuk ( input) dan keluar (output) pada jangka waktu tertentu. Neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat dikenal sebagai neraca air (water balance). Karena air bersifat dinamis maka nilai neraca air selalu berubah dari waktu ke waktu sehingga di suatu tempat kemungkinan bisa terjadi kelebihan air ( surplus) ataupun kekurangan (defisit). Apabila kelebihan dan kekurangan air ini dalam keadaan ekstrim tentu dapat menimbulkan bencana, seperti banjir ataupun kekeringan. Bencana tersebut dapat dicegah atau ditanggulangi bila dilakukan pengelolaan yang baik terhadap lahan dan lingkungannya.

Neraca air lahan merupakan neraca air untuk penggunaan lahan pertanian secara umum. Neraca ini bermanfaat dalam mempertimbangkan kesesuaian lahan pertanian; mengatur jadwal tanam dan panen; mengatur pemberian air irigasi dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Dalam perhitungan neraca air lahan bulanan diperlukan data masukan yaitu curah hujan bulanan (CH), evapotranspirasi bulanan (ETP), kapasitas lapang (KL) dan titik layu permanen (TLP). Nilai -nilai yang diperoleh dari analisis neraca air lahan ini adalah harga-harga dengan asumsi -asumsi :

- 1) lahan datar tertutup vegetasi rumput
- 2) lahan berupa tanah dimana air yang masuk pada tanah tersebut hanya berasal dari curah hujan saja dan
- 3) keadaan profil tanah homogen sehingga KL dan TLP mewakili seluruh lapisan dan hamparan tanah.

## Perhitungan

Tabel 4.1. Neraca air bulanan (mm) wilayah X dengan data Lapang (KL) = 250 mm dan Titik Layu Permanen = 100 mm.

| Bulan        | CH            | ETP           | CH-ETP | APWL   | KAT   | dKAT  | ETA           | Defisit      | Surplus      | Run Off      |
|--------------|---------------|---------------|--------|--------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Jan          | 353,0         | 128,0         | 225,0  |        | 250,0 | 0,0   | 128,0         | 0,0          | 225,0        | 142,3        |
| Feb          | 265,0         | 118,0         | 147,0  |        | 250,0 | 0,0   | 118,0         | 0,0          | 147,0        | 144,6        |
| Mar          | 281,0         | 129,0         | 152,0  |        | 250,0 | 0,0   | 129,0         | 0,0          | 152,0        | 148,3        |
| Apr          | 143,0         | 125,0         | 18,0   |        | 250,0 | 0,0   | 125,0         | 0,0          | 18,0         | 83,2         |
| Mei          | 112,0         | 121,0         | -9,0   | -9,0   | 241,1 | -8,9  | 120,9         | 0,1          | 0,0          | 41,6         |
| Jun          | 78,0          | 108,0         | -30,0  | -39,0  | 215,2 | -25,9 | 103,9         | 4,1          | 0,0          | 20,8         |
| Jul          | 16,0          | 100,0         | -84,0  | -123,0 | 165,2 | -50,0 | 66,0          | 34,0         | 0,0          | 10,4         |
| Agus         | 38,0          | 104,0         | -66,0  | -189,0 | 141,7 | -23,5 | 61,5          | 42,5         | 0,0          | 5,2          |
| Sept         | 58,0          | 114,0         | -56,0  | -245,0 | 128,5 | -13,2 | 71,2          | 42,8         | 0,0          | 2,6          |
| Okt          | 110,0         | 134,0         | -24,0  | -269,0 | 124,3 | -4,3  | 114,3         | 19,7         | 0,0          | 1,3          |
| Nov          | 194,0         | 131,0         | 63,0   |        | 250,0 | 125,7 | 131,0         | 0,0          | 62,7         | 32,0         |
| Des          | 249,0         | 130,0         | 119,0  |        | 250,0 | 0,0   | 130,0         | 0,0          | 119,0        | 59,5         |
| <b>Total</b> | <b>1897,0</b> | <b>1442,0</b> |        |        |       |       | <b>1298,7</b> | <b>143,3</b> | <b>723,7</b> | <b>691,7</b> |

Keterangan :

- CH : Curah hujan (mm),
- ETP : Evapotranspirasi potensial (mm)
- APWL : Akumulasi potensial kehilangan air (accumulation of potential water loss).
- KAT : Kadar air tanah (mm)
- dKAT : selisih (delta) KAT (mm)
- ETA : Evapotranspirasi aktual (mm)
- Defisit : Kekurangan air (mm)
- Surplus : Kelebihan air (mm)
- Run Off : Aliran permukaan/limpasan (mm), (koefisien runoff = 0,5).

Untuk mengisi data pada Tabel 4.1 di atas dikerjakan urutan sebagai berikut (seluruh satuan dalam satuan mm air) :

1. Kolom curah hujan (CH)

Diisi dengan data curah hujan rata -rata bulanan atau curah hujan dengan peluang tertentu (misal CH dengan peluang ( $P > 75\%$ )) yang dapat mewakili seluruh lahan. Untuk menghitung CH dengan peluang  $P > 75\%$  dapat dilakukan dengan 3 metode:

Tabel 4.2 Data contoh untuk menghitung CH peluang  $P > 75\%$

| <b>Bulan Juli</b>   |                 | <b>Urutan Besar-Kecil</b> | <b>Rangking</b> | <b>Peluang</b> |
|---------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Tahun</b>        | <b>CH</b>       |                           |                 |                |
| 1974                | 76              | 260                       | 1               | 0              |
| 1975                | 139             | 244                       | 2               | 4              |
| 1976                | 160             | 233                       | 3               | 8              |
| 1977                | 172             | 228                       | 4               | 12             |
| 1978                | 186             | 199                       | 5               | 16             |
| 1979                | 233             | 186                       | 6               | 20             |
| 1980                | 114             | 172                       | 7               | 24             |
| 1981                | 82              | 165                       | 8               | 28             |
| 1982                | 62              | 162                       | 9               | 32             |
| 1983                | 244             | 160                       | 10              | 36             |
| 1984                | 86              | 140                       | 11              | 40             |
| 1985                | 99              | 139                       | 12              | 44             |
| 1986                | 162             | 120                       | 13              | 48             |
| 1987                | 61              | 114                       | 14              | 52             |
| 1988                | 65              | 111                       | 15              | 56             |
| 1989                | 199             | 99                        | 16              | 60             |
| 1990                | 75              | 97                        | 17              | 64             |
| 1991                | 35              | 86                        | 18              | 68             |
| 1992                | 140             | 82                        | 19              | 72             |
| 1993                | 120             | 76                        | 20              | 76             |
| 1994                | 165             | 75                        | 21              | 80             |
| 1995                | 228             | 65                        | 22              | 84             |
| 1996                | 111             | 62                        | 23              | 88             |
| 1997                | 61              | 61                        | 24              | 92             |
| 1998                | 260             | 61                        | 25              | 96             |
| 1999                | 97              | 35                        | 26              | 100            |
| <b>CH Rata-rata</b> | <b>132</b>      |                           |                 |                |
| <b>SD</b>           | <b>64.29308</b> |                           |                 |                |

**a. Metode regresi**

$$\begin{aligned} CH (P>75\%) &= 0,82 \text{ CH rata-rata} - 30 \\ &= (0,82 \times 132) - 30 = 41,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

**b. Metode statistika**

$$CH (P>75\%) = CH \text{ rata-rata} - 0,9 \text{ SD}$$

SD = Standar deviasi

$$\begin{aligned} CH (P>75\%) &= 132 - 0,9 \times 64,29 \\ &= 67,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

### c. Metode Ranking

Urutkan data CH bulan (contoh : bulan Juli pada Tabel 4.2) dari yang terbesar paling atas(kolom 3) dan beri nomor 1, 2, 3 dst (kolom 4). Untuk menentukan peluang CH (pada kolom 5), beri 0% pada CH terbesar, kemudian selanjutnya tambahkan nilai interval peluang untuk tiap baris, dan terakhir 100% pada CH terkecil. Interval (%) peluang =  $100/(n-1)$  ; n= jumlah tahun

Contoh: untuk data Tabel 4.2 jumlah tahun = 26, maka interval peluang =  $100/(261) = 4\%$ .

Maka CH ( $P > 75\%$ ) pada Tabel 4.2 di atas adalah CH 120 mm dengan peluang 76%.

### 2. Kolom evapotranspirasi potensial (ETP)

Diiisi dengan nilai ETP dari stasiun setempat dengan urutan prioritas ETP dari: Lysimeter, Panci klas A dikali dengan koefisien dan pendugaan ETP dengan rumus empiris (Penman, Thorthwaite, Blaney -Criddle dsb). Prosedur menghitung ETP dapat dipelajari pada penuntun praktikum ini : modul menghitung evapotranspirasi.

### 3. Kolom CH – ETP

Diiisi dengan nilai selisih CH dengan ETP

### 4. Kolom akumulasi potensial kehilangan air untuk penguapan (APWL)

Diiisi dengan penjumlahan nilai CH-ETP yang negatif secara berurutan bulan demi bulan

### 5. Kolom kandungan air tanah (KAT)

Isi dulu nilai KAT dimana terjadi APWL dengan rumus :

$$KAT = TLP + [ [ 1,00041 - (1,07381/AT)]^{|APWL|} \times AT]$$

dimana, TLP = titik layu permanen

KL = kapasitas lapang dan air tersedia

AT = KL – TLP

$|APWL|$  = nilai absolut APWL

#### Misal KAT Mei (APWL = -9)

KL = 250 mm, TLP = 100 maka AT =  $250 - 100 = 150$  mm, sehingga

$$KAT \text{ mei} = 100 + [ [ 1.00041 - (1,07381/150)]^9 \times 150] = 241,1 \text{ mm}$$

Kemudian isi nilai KAT pada kolom dimana tidak terjadi APWL dengan cara:

KAT = KAT<sub>terakhir</sub> + CH - ETP , jika bila nilai KAT-nya mencapai Kapasitas Lapang (KL) maka yang diambil adalah nilai KL.

Misal untuk bulan Nopember :

KAT<sub>terakhir</sub> = KAT oktober (124 mm) dan CH-ETP Nopember = 63 mm, maka KAT Nop =  $124 + 63 = 187$  (belum mencapai KL).

Misal untuk bulan Pebruari :

KAT terakhir = KAT Januari (250 mm) dan CH-ETP Januari = 128 mm, maka KAT Nop =  $250 + 128 = 378$  (melebihi KL = 250 mm) sehingga KAT Januari = 250mm.

6. Kolom perubahan kadar air tanah (dKAT)

Nilai dKAT bulan tersebut adalah KAT bulan tersebut dikurangi KAT bulan sebelumnya. Nilai positif menyatakan perubahan kandungan air tanah yang berlangsung pada CH > ETP (musim hujan), penambahan berhenti bila dKAT = 0 setelah KL tercapai. Sebaliknya bila CH > ETP atau dKAT negatif, maka seluruh CH dan sebagian KAT akan di -evapotranspirasi-kan.

7. Kolom Evapotranspirasi Aktual (ETA)

Bila CH > ETP maka ETA = ETP karena ETA mencapai maksimum. Bila CH < ETP maka ETA = CH + |dKAT| karena seluruh CH dan dKAT seluruhnya akan dievapotranspirasikan

8. Kolom Defisit (D)

Defisit berarti berkurangnya air untuk dievapotranspirasikan sehingga,

D = ETP - ETA , berlangsung pada musim kemarau.

9. Kolom Surplus (S)

Surplus berarti kelebihan air ketika CH > ETP sehingga,  $S = |CH-ETP-dKAT|$  , berlangsung pada musim hujan.

10. Kolom Run Off

Run off (RO) merupakan aliran permukaan atau limpasan. Thornthwaite dan Mather (1957) membagi RO menjadi dua bagian :

1. 50% dari Surplus bulan sekarang (Sn).
2. 50% dari RO bulan sebelumnya (ROn -1).

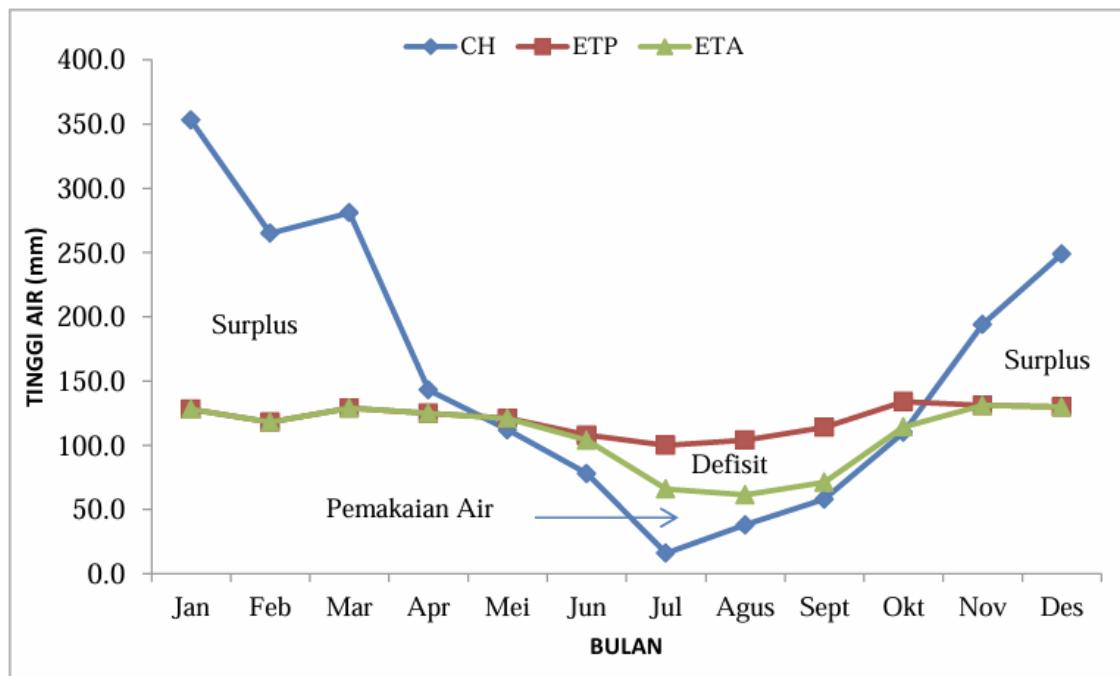
Nilai 50% adalah koefisien run off studi di Amerika. Nilai ini dapat berubah sesuai kondisi setempat. Sehingga, RO bulan sekarang (**Rn**) = 50% (**Sn** + **ROn -1**).

Misal untuk RO Maret = 50%  $(152 + 137) = 144$  mm. Khusus RO bulan Januari, karena ROn -1 belum terisi maka ROn-1 diambil 50% dari surplus bulan Desember (50% dari 56 = 28 mm).

### Analisis Neraca Air

Untuk melihat secara jelas bulan surplus dan defisit dari neraca air maka buatlah grafik dimana sumbu-x adalah bulan dan sumbu-y adalah curah hujan, ETP dan ETA, seperti Grafik 6.1.

Tabel 6.1 memperlihatkan bahwa bulan surplus air mulai bulan Nopember sampai April (6 bulan). Sedangkan bulan defisit (6 bulan) terjadi mulai bulan Mei sampai Oktober.



Gambar 4.1 Grafik neraca air bulanan stasiun X

## Tugas Praktikum 4

Kerjakan pertanyaan/soal di bawah ini dengan bantuan komputer (program aplikasi MS Excel).

1. Hitung CH rata-rata dengan metode regresi, statistik dan peluang ( $P > 75\%$ ) pada

Tabel 4.3 berikut :

| <b>Bulan Juli</b>   |           | <b>Urutan Besar-Kecil</b> | <b>Rangking</b> | <b>Peluang</b> |
|---------------------|-----------|---------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Tahun</b>        | <b>CH</b> |                           |                 |                |
| 1980                | 150       |                           |                 |                |
| 1981                | 96        |                           |                 |                |
| 1982                | 100       |                           |                 |                |
| 1983                | 244       |                           |                 |                |
| 1984                | 120       |                           |                 |                |
| 1985                | 86        |                           |                 |                |
| 1986                | 162       |                           |                 |                |
| 1987                | 78        |                           |                 |                |
| 1988                | 69        |                           |                 |                |
| 1989                | 199       |                           |                 |                |
| 1990                | 94        |                           |                 |                |
| 1991                | 35        |                           |                 |                |
| 1992                | 220       |                           |                 |                |
| 1993                | 120       |                           |                 |                |
| 1994                | 199       |                           |                 |                |
| 1995                | 165       |                           |                 |                |
| 1996                | 228       |                           |                 |                |
| 1997                | 111       |                           |                 |                |
| 1998                | 87        |                           |                 |                |
| 1999                | 260       |                           |                 |                |
| <b>CH Rata-rata</b> |           |                           |                 |                |
| <b>SD</b>           |           |                           |                 |                |

2. Hitung neraca air lahan bulanan metode Thorowiwaite dan gambarkan grafik yang mencantumkan bulan surplus dan defisit , dengan data pada Tabel 4.4 berikut :

| Bulan        | CH  | ETP | CH-ETP | APWL | KAT | dKAT | ETA | Defisit | Surplus | Run Off |
|--------------|-----|-----|--------|------|-----|------|-----|---------|---------|---------|
| Jan          | 450 | 150 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Feb          | 300 | 132 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Mar          | 275 | 130 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Apr          | 200 | 125 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Mei          | 155 | 135 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Jun          | 112 | 140 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Jul          | 30  | 145 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Agus         | 50  | 150 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Sept         | 76  | 138 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Okt          | 137 | 140 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Nov          | 250 | 142 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| Des          | 326 | 175 |        |      |     |      |     |         |         |         |
| <b>Total</b> |     |     |        |      |     |      |     |         |         |         |

Diketahui : KL = 225 mm , TLP = 75 mm

3. Untuk melihat secara jelas bulan surplus dan defisit dari neraca air maka **buatlah** grafik analisis neraca air dari tabel 4.2 di atas, dimana sumbu-x adalah bulan dan sumbu-y adalah curah hujan, ETP dan ETA.