



MODUL PRAKTIKUM HIDROLOGI

Dosen Pengampu : Yaskinul Anwar, S.Pd., M.Sc.



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN GEOGRAFI

JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS MULAWARMAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku petunjuk praktikum ini. Buku petunjuk praktikum ini pada dasarnya untuk mengarahkan dan melatih praktikan seoptimal mungkin dalam mengenal konsep dasar hidrologi dan aplikasi dasarnya. Hal ini guna mendasari bekal keilmuan mahasiswa dalam mempelajari cabang-cabang disiplin ilmu lainnya terutama yang berkaitan dengan ilmu hidrologi, konservasi dan studi aplikasi lainnya.

Segala kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi sempurnanya buku petunjuk praktikum di masa yang akan datang. Akhirnya kami berharap semoga buku petunjuk praktikum ini dapat membantu dan bermanfaat bagi praktikan pada khususnya dan mahasiswa Program Studi Pendidikan Geografi pada umumnya.

Samarinda, 15 Juli 2021

Penulis

PRAKTIKUM 1

PRESIPITASI

(Curah Hujan)

1.1 Tujuan

Tujuan praktikum adalah mahasiswa mampu membuat wilayah distribusi curah hujan dan dapat menggambarkannya ke dalam peta wilayah curah hujan.

1.2 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dalam praktikum ini adalah:

1. Data Curah Hujan (minimal 10 stasiun)
2. Data Lokasi Stasiun Curah Hujan
3. Penggaris
4. Busur
5. Pensil dan Bolpoint
6. Penghapus
7. Kertas A4
8. Milimeter Blok A4

1.3 Dasar Teori

A. Keragaman Hujan

Curah hujan di Indonesia berkisar antara 2.000-3.000 mm/tahun. Untuk mendapatkan data curah hujan yang akurat maka data lapangan harus diperiksa dan diteliti kebenarannya terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan penyelesaian masalah-masalah hidrologis. Pemeriksaan data curah hujan dapat ditanyakan langsung kepada petugas pencatat di stasiun meteorologi.

Untuk mencirikan jumlah curah hujan yang jatuh pada suatu wilayah/daerah, para ahli hidrologi membutuhkan 4 (empat) unsur di bawah ini:

1. Derajat hujan dan Intensitas hujan

Derajat hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu tertentu. Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam waktu relatif singkat (biasanya dalam waktu 2 jam). Besarnya curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika waktu ditentukan lebih lama, maka penambahan curah hujan itu adalah lebih kecil dibandingkan dengan penambahan waktu, karena curah hujan dapat berkurang ataupun berhenti.

Derajat curah hujan sangat membantu dalam melihat kondisi suatu wilayah, terutama tentang keadaan tanahnya, sehingga untuk ke lapangan perlu antisipasi peralatan yang dibutuhkan. Derajat curah hujan juga berguna untuk melihat keadaan curah hujan yang berlangsung.

2. Lama hujan/Durasi hujan

Lama hujan/durasi hujan adalah periode waktu selama hujan berlangsung. Durasi hujan dapat dinyatakan dengan satuan menit, jam, dan hari, tergantung dari pencatatan yang dilakukan. Hampir setiap stasiun penakar hujan akan mencatat lama hujan setiap hari dengan bantuan alat pengukur otomatis, dengan menganalisis kertas rekam atau grafik yang telah tergores di tinta pencatat.

3. Frekuensi hujan

Frekuensi hujan adalah harapan hujan yang akan jatuh dalam waktu tertentu. Frekuensi hujan dapat diperkirakan dengan beberapa analisis data hujan hari-hari terdahulu, karena frekuensi hujan setiap hari, bulan, dan tahun akan berbeda-beda.

4. Luas Areal

Luas areal adalah penyebaran hujan menurut ruang. Luas areal dapat dilihat dengan peta isohiet yang dibuat dengan data-data curah hujan yang diperoleh dari stasiun hujan/meteorologi daerah yang akan diteliti. Hujan dapat bersifat lokal dan dapat juga bersifat menyeluruh dalam suatu daerah, tergantung dari potensi awan yang akan menjadi hujan. Peta isohiet akan membantu daerah-daerah yang mempunyai curah hujan yang sama dengan bantuan stasiun penakar hujan yang berdekatan dengan suatu daerah.

B. Metode Penghitungan Rerata Curah Hujan

Curah hujan daerah harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara-cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik dapat menggunakan 3 (tiga) metode di bawah ini.

1. Metode Rerata Aljabar

Metode rerata aljabar merupakan metode yang paling mudah, akan tetapi mempunyai ketelitian paling rendah. Metode ini cirinya:

- a. Pada umumnya hanya digunakan untuk daerah dengan variasi hujan rerata kecil.
- b. Sesuai untuk kawasan datar/rata.
- c. Daerah aliran sungai (DAS) dengan jumlah penakar hujan besar yang didistribusikan secara merata pada lokasi-lokasi yang mewakili.

Metode rerata Aljabar dilakukan dengan menghitung rata-rata aritmetik (hitung) dari semua total penakar hujan di suatu kawasan/daerah, dengan persamaan:

$$R = 1/n (R_1+R_2+R_3+...R_n)$$

dimana:

R = curah hujan daerah (mm)

n = jumlah titik-titik pengamatan

$R_1+R_2+R_3+...R_n$ = curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

2. Metode Poligon Thiessen

Metode poligon thiessen dipandang lebih baik dari metode rerata aljabar karena telah memasukkan faktor daerah pengaruh stasiun hujan, meskipun faktor topografi tidak tercakup di dalamnya. Metode ini cirinya:

- a. Sesuai sesuai untuk kawasan dengan jarak penakar hujan yang tidak merata.
- b. Memerlukan stasiun-stasiun pengamat di dan dekat kawasan tersebut.

- c. Pemindahan atau penambahan stasiun pengamat akan mengubah seluruh jaringan.

Metode ini dilakukan dengan menggambar bisektor tegak lurus melalui garis-garis lurus yang menghubungkan penakar-penakar hujan di dekatnya, dengan meninggalkan masing-masing penakar di tengah-tengah suatu poligon. Rata-rata hujan didapat dengan membagi jumlah hasil kali luas poligon dan hujan (dari penakar di poligon) dengan luas total (luas daerah penelitian). Berikut ini persamaan yang digunakan dalam perhitungan metode poligon Thiessen.

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \\
 &= \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A} \\
 &= W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3 + \dots + W_nR_n
 \end{aligned}$$

dimana:

R	= curah hujan daerah (mm)
R ₁ , R ₂ , R ₃ , ... R _n	= curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)
A ₁ , A ₂ , A ₃ , ... A _n	= luas wilayah yang dibatasi poligon
A	= luas daerah penelitian
W ₁ , W ₂ , W ₃ , ... W _n	= A ₁ /A, A ₂ /A, A ₃ /A, ... A _n /A

3. Metode Isohiet

Metode isohiet merupakan metode yang paling teliti dibandingkan kedua metode di atas karena telah memasukkan faktor topografi, akan tetapi subyektivitas yang menyertai hasil analisis cukup tinggi, apalagi di dalam interpolasi ruangnya akan menghasilkan kesalahan yang cukup tinggi. Metode ini cirinya:

- Sesuai untuk kawasan-kawasan bergunung
- Membutuhkan stasiun-stasiun pengamat di dan dekat kawasan tersebut,

c. Sangat bermanfaat untuk penghitungan curah hujan yang singkat.

Metode ini dilakukan dengan menggambar garis yang menghubungkan jeluk/kedalaman hujan yang sama pada suatu kawasan/daerah. Rata-rata hujan ditentukan dengan menjumlahkan hasil kali luas isohiet dan hujan, dan dibagi dengan luas total, dengan persamaan:

$$\mathbf{R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}}$$

dimana:

R = curah hujan daerah (mm)

A₁, A₂, A₃, ... A_n = luas bagian antar dua garis isohiet

R₁, R₂, R₃, ... R_n = curah hujan rata-rata pada bagian A₁, A₂, A₃, ... A_n

1.4 Cara kerja

Adapun langkah – langkah untuk menghitung curah hujan dengan metode polygon thiessen dan isohyet adalah:

A. Polygon Thiessen

Step 1.

https://www.youtube.com/watch?v=3xPAm432yV8&ab_channel=NorthCarolinaSchoolofScienceandMathematics

Step 2.

https://www.youtube.com/watch?v=YbzD8kZA-AE&ab_channel=NorthCarolinaSchoolofScienceandMathematics

Step 3.

https://www.youtube.com/watch?v=dpCQ2t1QoVM&ab_channel=NorthCarolinaSchoolofScienceandMathematics

Step 4.

https://www.youtube.com/watch?v=J4IdUVbJgi4&ab_channel=NorthCarolinaSchoolofScienceandMathematics

Step 5.

https://www.youtube.com/watch?v=17IaRyzS79o&ab_channel=NorthCarolinaSchoolofScienceandMathematics

B. Isohyet

https://www.youtube.com/watch?v=OisSXepEKZc&ab_channel=DavidHSmg

C. Menghitung Luas Wilayah Hujan

Perhitungan luas wilayah dalam praktikum ini adalah menggunakan metode grid. Dimana wilayah dihitung berdasarkan jumlah grid x luas grid x skala². Grid yang dihitung adalah dimana ≥ 0.5 luas grid. Adapun untuk rumus perhitungan baik untuk polygon Thiessen maupun isohyet dapat dilihat pada **Dasar Teori**.

PRAKTIKUM 2 DAN 3

DELINIASI DAS DAN MORFOMETRI DAS

1.1 Tujuan

Tujuan praktikum yaitu mahasiswa mampu menentukan batas Deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dan mampu menggambarkan alur sungai yang terdapat dalam DAS serta dapat menentukan morfometri DAS.

1.2 Alat dan Bahan

1. Peta RBI
2. Alat tulis menulis
3. *Global Positioning System* (GPS)

1.3 Dasar Teori

Menurut Asdak (1995: 4) Daerah Aliran Sungai (DAS) diartikan sebagai daerah yang dibatasi punggung- punggung gunung dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. Secara umum DAS dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam, seperti punggung bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul dimana titik hujan yang turun di daerah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik keluaran (*outlet*).

Ekosistem DAS merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap DAS. Aktifitas dalam DAS yang mengakibatkan perubahan ekosistem, misalnya penggunaan lahan, khususnya di daerah hulu dapat memberikan dampak di daerah hilir yang mengakibatkan perubahan fluktuasi debit air dan muatan sedimen serta material terlarut lainnya. Adanya keterkaitan antara masukan dan keluaran pada suatu DAS dapat dijadikan dasar untuk mengetahui dampak suatu tindakan atau aktifitas bangunan di dalam DAS terhadap lingkungan, khususnya tanah. Sebagai pertimbangan berikut ini gambar model siklus hidrologi yang menjelaskan proses berputarnya air.

Ekosistem DAS, terutama DAS bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian

DAS. Perlindungan ini, antara lain dari segi fungsi tata air. Keterikatan antara hulu dan hilir menurut Asdak (1995: 572) dapat dipakai sebagai satuan monitoring dan evaluasi pengelolaan sumberdaya air. Fungsi Pemantauan (*monitoring*) didefinisikan sebagai aktifitas pengamatan yang dilakukan secara terus – menerus atau secara periodik terhadap pelaksanaan salah satu atau beberapa program pengelolaan DAS untuk menjamin bahwa rencana – rencana kegiatan yang diusulkan, jadwal kegiatan, hasil – hasil yang diinginkan dan kegiatan – kegiatan lain yang diperlukan dapat berjalan sesuai dengan rencana. Sedangkan fungsi evaluasi didefinisikan sebagai suatu proses yang berusaha untuk menentukan relevansi, efektifitas dan nampak dari aktifitas – aktifitas yang dilaksanakan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan (Asdak, 1995: 573).

Tanah longsor, bencana banjir dan kekeringan silih berganti terjadi di suatu wilayah merupakan dampak negatif kegiatan manusia pada suatu DAS. Keadaan sosial ekonomi penduduk setempat berpengaruh mutlak dalam berlangsungnya ekosistem DAS, rendahnya taraf ekonomi masyarakat memaksa lahan disekitarnya untuk dijadikan lahan produktif. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa kegiatan manusia telah menyebabkan DAS gagal menjalankan fungsinya sebagai penampung air hujan yang jatuh dari langit, menyimpan dan mendistribusikan air tersebut ke saluran-saluran atau sungai.

Daerah Aliran Sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir (Asdak, 1995: 11). Secara biogeofisik Hartono (2008: 71) menjelaskan sebagai berikut:

1. Daerah hulu sungai

Daerah hulu mempunyai ciri – ciri :

- a. Proses pendalaman lembah sepanjang aliran sungai
- b. Laju erosi lebih cepat daripada pengendapan
- c. Merupakan daerah konservasi
- d. Mempunyai kerapatan drainase yang lebih tinggi
- e. Pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase
- f. Lereng terjal
- g. Pola penggerusan tubuh sungai berbentuk huruf “V”

2. Daerah tengah sungai

Bagian tengah DAS merupakan daerah peralihan antara bagian hulu dengan bagian hilir dimana masih terdapat sedikit proses erosi dan mulai terjadi pengendapan. Dicitrakan dengan daerah yang relatif datar.

3. Daerah hilir sungai

Bagian hilir dicirikan dengan :

- a. Merupakan daerah deposisional
- b. Kerapatan drainase kecil.
- c. Merupakan daerah dari kemiringan lereng landai.
- d. Potensi bahan galian golongan C
- e. Pola penggerusan tubuh sungai berbentuk huruf "U"
- f. Pengaturan air sebagian besar ditentukan oleh bangunan irigasi
- g. Pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan) dan mulai terbentuk delta serta meander.

Kondisi topografi suatu daerah akan mempengaruhi pola dan bentuk DAS sebagai contoh pada daerah dengan topografi pegunungan akan menjadikan bentuk DAS berpola radial, berbeda dengan dengan pola DAS pada daerah topografi perbukitan karst. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai bagian hulu akan berpengaruh pada ekosistem pada bagian hilir. Oleh karenanya DAS bagian hulu merupakan daerah yang sangat penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS, jadi apabila terjadi pengelolaan yang tidak benar terhadap bagian hulu maka dampak yang ditimbulkan akan dirasakan juga pada bagian hilir. Dalam pengelolaan DAS digunakan tiga pendekatan analisis yaitu : (Asdak,1995: 537)

1. Pengelolaan DAS sebagai proses yang melibatkan langkah-langkah perencanaan dan pelaksanaan yang terpisah tetapi erat berkaitan.

2. Pengelolaan DAS sebagai sistem perencanaan pengelolaan dan sebagai alat implementasi program pengelolaan DAS melalui kelembagaan yang relevan dan terkait.
3. Pengelolaan DAS sebagai serial aktivitas yang masing-masing berkaitan dan memerlukan perangkat pengelolaan yang spesifik.

Morfometri DAS

Morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan keadaan jaringan alur sungai secara kuantitatif. Morfometri DAS berhubungan erat dengan hidrobiologi karena banyak ahli menggunakan hidromorfometri DAS untuk menerangkan proses-proses hidrologi. Kepekaan DAS untuk mengubah hujan menjadi air limpasan (*run-off*) sangat ditentukan oleh keadaan DAS yang bersangkutan. Keadaan DAS ini dapat ditinjau dari berbagai aspek, salah satunya adalah keadaan hidromorfometrinya. Variabel hidromorfometri antara satu DAS dengan DAS lainnya mempunyai karakteristik sendiri-sendiri. Seberapa jauh perbedaan variabel morfometri ini dapat diketahui dengan uji statistik (Seyhan, 1981). Keadaan kuantitatif yang dimaksud untuk analisa DAS antara lain meliputi:

1. Panjang Sungai Utama

Panjang sungai utama adalah panjang alur sungai yang diukur mulai dari outlet DAS hingga perpanjangan sungai sampai batas DAS. Kenyataannya cukup sulit membedakan sungai utama dengan bukan sungai utama bila terdapat banyak percabangan sungai. Untuk itu diambil suatu ketentuan bahwa sungai utama adalah sungai yang mempunyai daerah tangkapan yang lebih luas dan memiliki sudut percabangan terhadap minimal satu anak sungainya sebesar 90° .

Perhitungan panjang sungai utama menggunakan rumus :

$$(\text{panjang pada peta}) \times (\text{penyebut skala})$$

2. Luas DAS

Luas DAS merupakan luas keseluruhan DAS sebagai suatu sistem sungai dan ditentukan berdasarkan pola kontur. Garis batas antar DAS adalah punggung bukit yang dapat membagi dan memisahkan air hujan ke masing-masing DAS. Dalam pengukuran luas bisa menggunakan berbagai cara/metode pengukuran luas peta. Metode yang paling sering digunakan adalah metode segiempat (*gridsquare*). Pengukuran luas dengan metode segiempat ini dilakukan dengan cara membuat petak-petak/kotak bujur sangkar pada daerah yang akan dihitung luasnya. Untuk praktisnya, daerah yang akan dihitung luasnya digambarkan pada kertas milimeter. Terdapat aturan dalam pembulatan petak yang terpotong yaitu:

- Jika petak tersebut terpotong kurang dari setengah atau maksimal setengah, maka tetap dihitung satu.
- Jika petak terpotong lebih dari setengah, maka tidak dihitung.

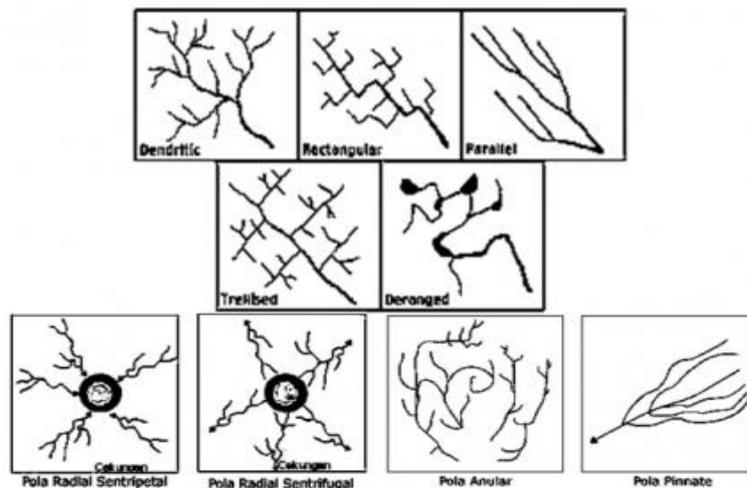
Hal yang perlu diperhatikan adalah pertimbangan keseimbangan, harus ada penyesuaian antara kotak yang dibulatkan dengan yang dihilangkan. Sedapat mungkin, kotak yang dihilangkan sama atau seimbang dengan daerah yang dibulatkan. Untuk menghitung luas DAS dapat dihitung

$$\text{Luas DAS} = (\text{Jumlah Grid}) \times (\text{Penyebut Peta /kuadrat})$$

Manfaat menghitung luas DAS adalah mengetahui klasifikasi ukuran suatu DAS. Melalui penghitungan tersebut dapat diketahui klasifikasi DAS yang berukuran besar, kecil, atau sedang. Klasifikasi DAS menurut luasnya meliputi:

- a. DAS kecil, luasnya yaitu $< 5.000 \text{ km}^2$.
- b. DAS sedang, luasnya yaitu $5.000\text{-}20.000 \text{ km}^2$.
- c. DAS besar, luasnya yaitu $> 20.000 \text{ km}^2$

Pola aliran merupakan pola organisasi atau hubungan keruangan dari lembah-lembah, baik yang dialiri sungai maupun lembah yang kering atau tidak dialiri sungai. Pola aliran dipengaruhi oleh lereng, kekerasan batuan, struktur, sejarah diastrofisme, sejarah geologi dan geomorfologi dari daerah aliran sungai. Dengan demikian pola aliran sangat berguna dalam interpretasi kenampakan geomorfologis, batuan dan struktur geologi.



Gambar 1. Pola Aliran Sungai

a. Dendritik

Seperti percabangan pohon, percabangan tidak teratur dengan arah dan sudut yang beragam. Berkembang di batuan yang homogen dan tidak terkontrol oleh struktur, umumnya pada batuan sedimen dengan perlapisan horisontal, atau pada batuan beku dan batuan kristalin yang homogen.

b. Rectangular

Aliran rectangular merupakan pola aliran dari pertemuan antara alirannya membentuk sudut siku-siku atau hampir siku-siku. Pola aliran ini berkembang pada daerah rekahan dan patahan.

c. Paralel

Anak sungai utama saling sejajar atau hampir sejajar, bermuara pada sungai-sungai utama dengan sudut lancip atau

langsung bermuara ke laut. Berkembang di lereng yang terkontrol oleh struktur (lipatan monoklinal, isoklinal, sesar yang saling sejajar dengan spasi yang pendek) atau dekat pantai.

d. Trellis

Percabangan anak sungai dan sungai utama hampir tegak lurus, sungai-sungai utama sejajar atau hampir sejajar. Berkembang di batuan sedimen terlipat atau terungkit dengan litologi yang berselang-seling antara yang lunak dan resisten.

e. Deranged

Pola aliran yang tidak teratur dengan sungai dengan sungai pendek yang arahnya tidak menentu, payau dan pada daerah basah mencirikan daerah glacial bagian bawah.

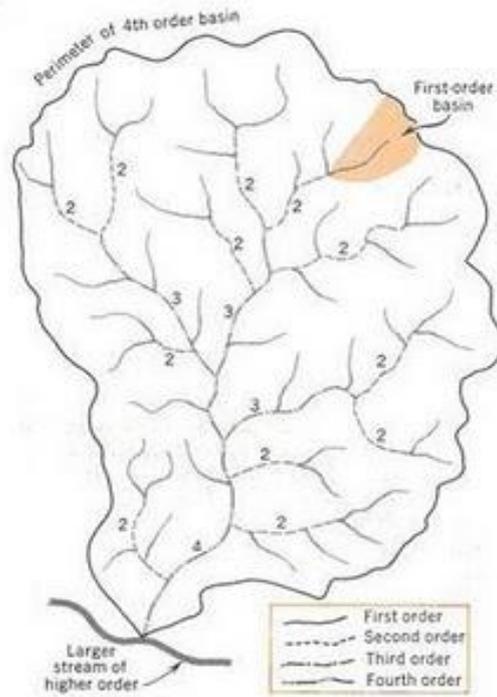
f. Radial Sentrifugal

Sungai yang mengalir ke segala arah dari satu titik. Berkembang pada vulkan atau dome.

g. Radial Centripetal

Sungai yang mengalir memusat dari berbagai arah. Berkembang di kaldera, karater, atau cekungan tertutup lainnya.

Orde sungai adalah nomor urut setiap segmen sungai terhadap sungai induknya. Metode penentuan orde sungai yang banyak digunakan adalah Strahler. Sungai orde 1 menurut Starhler adalah anak-anak sungai yang letaknya paling ujung dan dianggap sebagai sumber mata air pertama dari anak sungai tersebut. Segmen sungai sebagai hasil pertemuan dari orde yang setingkat adalah orde 2, dan segmen sungai sebagai hasil pertemuan dari dua orde sungai yang tidak setingkat adalah orde sungai yang lebih tinggi. Ilustrasi dari penggunaan metode Strahler tersebut dapat dilihat pada gambar 2. Metode lain dalam penentuan orde sungai ini antara lain adalah metode Horton, Shreve, dan Scheideger



Gambar 2. Penentuan Orde Sungai Dengan Metode Strahler (Strahler, 1975)

Panjang sungai utama sebagai morfometri ketiga dalam kajian ini akan menunjukkan besar atau kecilnya suatu DAS serta kemiringan sungai utama yang lebih-kurang identik dengan kemiringan DAS. Kemiringan sungai utama akan berpengaruh terhadap kecepatan aliran, maksudnya semakin tinggi kemiringan sungai utama maka semakin cepat aliran air di saluran untuk mencapai outlet atau waktu konsentrasinya semakin pendek.

1.4 Cara kerja

1. Membatasi DAS

Adapun langkah – langkah dalam membatasi DAS adalah :

- a. Tentukan outlet DAS
- b. Pilih sungai yang berada di dalam DAS
- c. Mulai deliniasi DAS dimulai dari outlet DAS

https://www.youtube.com/watch?v=8NYBqXfa0UU&ab_chann el=RatihPujiastuti

2. Menentukan Sungai Utama

Cara menentukan sungai utama menurut Horton dalam Peraturan Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial (2013), adalah dengan memperhatikan pertemuan antara 2 (dua) sungai, selanjutnya :

- a. Apabila sudut sama ($\phi_1 = \phi_2$), maka pilihlah sungai yang lebih panjang
- b. Apabila sudut tidak sama, maka pilihlah sudut yang kecil (misal $\theta_4 > \theta_3$, pilih sungai pada sudut θ_3)

3. Menghitung Panjang Sungai Utama

Hitunglah panjang sungai utama dengan menggunakan bantuan benang.

4. Mengukur Luas DAS

Ukurlah Luas Das menggunakan metode grid dengan bantuan milimeter blok.

5. Menentukan bentuk DAS

Berdasarkan bentuk DAS yang kamu deleniasi tentukan bentuk DASnya.

6. Menghitung kerapatan aliran

Kerapatan aliran merupakan perbandingan panjang sungai (seluruh sungai tidak hanya sungai utama saja) dengan luas DAS. Langkah untuk menentukan kerapatan aliran adalah :

- a. Hitung panjang seluruh sungai yang ada di dalam DAS
- b. Hitung Luas DAS
- c. Hitung Kerapatan aliran

7. Menghitung Orde Sungai

Pada praktikum ini gunakan metode Strahler untuk menghitung orde sungai.

PRAKTIKUM 4

DEBIT

1.1 Tujuan

Tujuan praktikum ini yaitu untuk mengetahui debit sungai dengan menghitung kecepatan arus dan luas penampang sungai.

1.2 Alat dan Bahan

1. Botol aqua sedang
2. Tali Rafiah
3. Meteran
4. Stopwatch
5. Milimeter blok
6. GPS (*global positioning system*)
7. Mistar ukur
8. Alat tulis menulis

1.3 Dasar Teori

Menurut Barus (2001), arus air adalah faktor yang mempunyai peranan yang sangat penting baik pada perairan lotik maupun pada perairan lentik. Hal ini berhubungan dengan penyebaran organism, gas-gas terlarut dan mineral yang terdapat di dalam air. Kecepatan aliran air akan bervariasi secara vertikal. Arus air pada perairan lotik umumnya bersifat tusbulen yaitu arus air yang bergerak ke segala arah sehingga air akan terdistribusi ke seluruh bagian dari perairan.

Menurut Husabarat dan Stewart (2008), arus merupakan gerakan air yang sangat luas terjadi pada seluruh lautan di dunia. Arus-arus ini mempunyai arti yang sangat penting dalam menentukan arah pelayaran bagi kapal-kapal.

Menurut Barus (2001), pada ekosistem lentik arus dipengaruhi oleh kekuatan angin, semakin kuat tiupan angin akan menyebabkan arus

semakin kuat dan semakin dalam mempengaruhi lapisan air. Pada perairan letik umumnya kecepatan arus berkisar antara 3 m/detik. Meskipun demikian sangat sulit untuk membuat suatu batasan mengenai kecepatan arus. Karena arus di suatu ekosistem air sangat berfluktuasi dari waktu ke waktu tergantung dari fluktuasi debit dan aliran air dan kondisi substrat yang ada.

Kecepatan arus sungai dipengaruhi oleh kemiringan, kesuburan kadar sungai. Kedalaman dan kelemburan sungai, sehingga kecepatan arus di sepanjang aliran sungai dapat berbeda-beda yang selanjutnya akan mempengaruhi jenis substrat sungai (Odum, 1993 *dalam* Suliati, 2006).

Pada prinsipnya adalah pengukuran luas penampang basah dan pengukuran luas penampang basah dan kecepatan aliran. Penampang basah diperoleh dengan pengukuran lebar permukaan air dan pengukuran kedalaman dengan tongkat pengukuran atau kabel pengukuran. Penampang adalah bentuk yang di peroleh bila sebuah benda atau permukaan dipotong (diiris) oleh sebuah bidang datar tertentu. Uktoselya (1991) menyatakan bahwa Arus merupakan suatu gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal masa air. Arus dapat menyebabkan terjadinya kerusakan fisik pada sungai dan muara sungai, seperti pengikisan darat, pemindahan sedimen dan sebagainya. Disamping itu besarnya volume air yang mengalir dan kuatnya pasang surut, akan mempengaruhi sistem arus pada muara sungai.

Teknik pengukuran debit sungai secara langsung di lapangan dapat dilakukan melalui berbagai cara. Pengukuran debit sungai tak berkelanjutan dapat dilakukan dengan metode, antara lain:

- a. Metode Volumerik;
- b. Metode Apung atau menggunakan Current Meter;
- c. Metode Tracing.

Sedangkan pengukuran debit sungai yang paling sederhana dapat dilakukan metode apung (floating method). Besarnya kecepatan rata-rata aliran permukaan sungai ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$V = \frac{s}{t}$$

Dengan: S = jarak antara titik pengamatan (m)

t = waktu rata-rata perjalanan yang ditempuh benda apung (s)

Dengan demikian besarnya debit selanjutnya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q = A \times V$$

Dengan: A = Luas penampang melintang sungai

V = kecepatan rata-rata aliran permukaan sungai

1.4 Cara Kerja

1. Untuk mengukur kecepatan arus, siapkan meteran sepanjang 10 meter.
2. Isi botol aqua dengan air sebanyak setengah botol
3. Hidupkan stopwatch
4. Hanyutkan botol aqua yang berisi air tersebut dari titik awal pengukuran
5. Tangkap botol yang di hanyutkan tadi jika telah mencapai ukuran 10 meter
6. Pada waktu yang bersamaan matikan stopwatch.
7. Selanjutnya untuk mengukur lebar basah dan lebar kering sungai secara keseluruhan kita gunakan meteran.
8. Untuk mengukur kedalaman sungai bagian kiri, kanan dan tengah kita gunakan mistar ukur.
9. Untuk mengukur kedalaman sungai bagian kanan dan kiri, kita ambil patokan 20 cm dari perbatasan antara lebar basah dan lebar kering.
10. Selanjutnya menentukan lokasi pengamatan debit sungai meliputi lokasi, koordinat dan nama sungai pada lembar observasi.
11. Selanjutnya data yang di peroleh dari lapangan diolah kemudian dituangkan dalam bentuk gambaran di kertas milimeter blok untuk memperoleh hasil luas penampang.

12. Tahap akhir untuk memperoleh besar debit sungai dengan cara mengalikan kecepatan arus dengan luas penampang sungai.

https://www.youtube.com/watch?v=R34JnqFvNz0&ab_channel=powerplantshare

PRAKTIKUM 5

AIR TANAH

1.1 Tujuan

Tujuan praktikum ini yaitu untuk mengetahui arah aliran air tanah.

1.2 Alat dan Bahan

1. Data kedalaman air tanah
2. Penggaris
3. Pensil dan Bolpoint
4. Penghapus
5. Peta lokasi sampel kedalaman air tanah

1.3 Dasar Teori

Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (interflow) menuju mata air, danau dan sungai. Air ini juga mengalir secara vertikal yang dikenal dengan perkolasi (percolation) menuju air tanah. Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah.

Air kapiler selalu bergerak dari area basah menuju ke area yang kering. Gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah yang berbutir halus seperti lempung dari pada tanah yang berbutir kasar seperti pasir. Pada tanah yang basah, gerak kapiler akan berkurang. Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Dengan terisnya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur-angsur sampai mencapai kondisi konstan, dimana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi (Triatmodjo,2006) Air yang meresap ke dalam tanah akan mengalir mengikuti gaya gravitasi bumi.

Akibat adanya gaya adhesi butiran tanah pada zona tidak jenuh air, menyebabkan pori-pori tanah terisi air dan udara dalam jumlah yang berbeda-beda. Setelah hujan, air bergerak kebawah melalui zona tidak jenuh air. Sejumlah air beredar didalam tanah dan ditahan oleh gaya-gaya kapiler pada pori-pori yang kecil atau tarikan molekuler di sekeliling partikel-partikel tanah. Bila kapasitas retensi dari tanah telah habis, air akan bergerak ke bawah bagian dalam daerah dimana pori-pori tanah atau batuan terisi air. Air di dalam zona jenuh air ini disebut air tanah. (Linsley dkk., 1989).

Arah aliran air tanah untuk unconfined aquifer dapat ditentukan dengan metode tree point problem. Untuk itu diperlukan pengukuran elevasi muka freatik dari tiga sumur yang diketahui posisinya secara tepat. Arah aliran air tanah selalu tegak lurus 90° kontur air tanahnya dan mengalir dari kontur tinggi ke rendah. Peta atau gambar yang berisi kontur dan arah aliran air tanah sering dikenal sebagai flownets (Todd,1959).

1.5 Cara Kerja

Cara membuat arah aliran air tanah hampir sama dengan membuat peta isohyet. Adapun langkah-langkahnya adalah:

1. Siapkan peta lokasi sampel air tanah beserta data kedalaman air tanah
2. Buatlah kountur air tanah (sama dengan membuat dengan isohyet)
3. Tentukan arah aliran dengan kunci air mengalir dari tempat lang lebih dangkal menuju daerah yang lebih dalam.
4. Setelah tergambarkan arah alirannya, buatlah peta aliran air tanah.

PRAKTIKUM 6

NERACA AIR

1.1 Tujuan

Tujuan praktikum ini yaitu untuk menghitung neraca air suatu DAS.

1.2 Alat dan Bahan

1. Peta RBI
2. ArcGIS/QGIS
3. Data Curah Hujan
4. Data Temperatur

1.3 Landasan Teori

Neraca air (water balance) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit). Kegunaan mengetahui kondisi air pada surplus dan defisit dapat mengantisipasi bencana yang kemungkinan terjadi, serta dapat pula untuk mendayagunakan air sebaik-baiknya. Manfaat secara umum yang dapat diperoleh dari analisis neraca air antara lain:

1. Digunakan sebagai dasar pembuatan bangunan penyimpanan dan pembagi air serta saluran-salurannya. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang defisit air.
2. Sebagai dasar pembuatan saluran drainase dan teknik pengendalian banjir. Hal ini terjadi jika hasil analisis neraca air didapat banyak bulan-bulan yang surplus air.
3. Sebagai dasar pemanfaatan air alam untuk berbagai keperluan pertanian seperti sawah, perkebunan, dan perikanan.

Model neraca air cukup banyak, namun yang biasa dikenal terdiri atas tiga model antara lain:

➤ **Model Neraca Air Umum**

Model ini menggunakan data klimatologis dan bermanfaat untuk mengetahui berlangsungnya bulan-bulan basah (jumlah curah

hujan melebihi kehilangan air untuk penguapan dari permukaan tanah atau evaporasi maupun penguapan dari sistem tanaman atau transpirasi, penggabungan keduanya dikenal sebagai evapotranspirasi).

➤ Model Neraca Air Lahan

Model ini merupakan penggabungan data klimatologis dengan data tanah terutama data kadar air pada Kapasitas Lapang (KL), kadar air tanah pada Titik Layu Permanen (TLP), dan Air Tersedia (WHC = Water Holding Capacity).

- a. Kapasitas lapang adalah keadaan tanah yang cukup lembab yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya tarik gravitasi. Air yang dapat ditahan tanah tersebut akan terus-menerus diserap akar tanaman atau menguap sehingga tanah makin lama makin kering.
- b. Titik layu permanen adalah kondisi air tanah dimana akar-akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air tanah, sehingga tanaman layu.
- c. Air tersedia adalah banyaknya air yang tersedia bagi tanaman yaitu selisih antara kapasitas lapang dan titik layu permanen.

➤ Model Neraca Air Tanaman

Model ini merupakan penggabungan data klimatologis, data tanah dan data tanaman. Neraca air ini dibuat untuk tujuan khusus pada jenis tanaman tertentu. Data tanaman yang digunakan adalah data tanaman pada komponen keluaran dari neraca air. Analisis Neraca Air di DAS Tirtomoyo.

Adapun untuk beberapa perhitungan yang harus diperhatikan dalam menghitung neraca air adalah :

1. Perhitungan hujan wilayah

Perhitungan hujan wilayah menggunakan metode Aritmatik. Jika kalian tidak menemukan data curah hujan wilayah penelitian kalian, maka dapat menggunakan data curah hujan berikut :

Tabel 01. Rerata Curah Hujan di DAS Tirtomoyo

No	Month	Rainfall (mm)
1	January	506
2	February	437
3	March	502
4	April	245
5	May	123
6	June	93
7	July	42
8	August	67
9	September	106
10	October	288
11	November	454
12	December	559
Jumlah		3422
Rerata		285

2. Perhitungan median elevasi

Median elevasi dipakai sebagai parameter ketinggian rata-rata DAS dan berfungsi juga untuk menerapkan suhu rerata DAS. Cara menghitung median elevasi :

- Menghitung luas areal antara 2 garis kontur.
- Menghitung persentase (%) luas untuk tiap kelas ketinggian.
- Menghitung luas kumulatif di atas bawah (bawah 1 : 100%, baris 2 : 100%, dst).
- Menggambar kurva hipsometrik, hubungan antara luas kumulatif (sumbu x) dan elevasi (sumbu y).
- Menghitung median elevasi dengan cara menarik garis vertikal dari posisi 50 % kumulatif sampai memotong kurva hipsometrik. Titik tersebut merupakan nilai dari median elevasi DAS.

3. Perhitungan suhu udara

Perhitungan suhu udara pada DAS Tirtomoyo ini menggunakan persamaan *Mohr*, karena data suhu di DAS Tirtomoyo tidak tersedia. Adapun formula persamaan *Mohr* adalah sebagai berikut :

<p>Formula <i>Mohr</i></p> $\Delta T = 0.006 (Z_1 - Z_2)$

Keterangan :

ΔT = Selisih Temperatur

Z1 = ketinggian stasiun klimatologis terdekat (m)

Z2 = ketinggian wilayah yang diperhitungkan (m)

4. Evapotranspirasi potensial (EP)

Pengukuran evapotranspirasi (EP) 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 EP tersebut dengan persamaan empiris dengan menggunakan data-data iklim. Adapun persamaan untuk menghitung evapotranspirasi potensial adalah :

$$EP = f \cdot EP_x$$

$$EP_x = 16 (10 T/I)^\alpha$$

$$\alpha = \{ (0.675 \times 10^{-6} \times I^3) - (0.77 \times 10^{-4} I^2) + (0.01792 \times I) + 0.49239 \}$$

$$I = \sum i ,$$

$$i = (T/5)^{1.514}$$

Keterangan :

EP = evapotranspirasi potensial bulanan (mm/bulan)

EP_x = evapotranspirasi potensial bulanan yang belum disesuaikan (mm/ bulan)

T = suhu udara rata-rata bulanan (°C)

f = faktor koreksi lama penyinaran matahari bulanan berdasarkan letak lintang. Letak lintang DAS Tirtomoyo adalah 8° LS sehingga dalam koreksi faktor lama penyinaran menggunakan nilai koreksi seperti pada tabel di bawah ini.

i = indeks panas bulanan

I = indeks panas tahunan

5. Water Holding Capacity (WHC) /STo

Water holding capacity adalah banyaknya air yang tersedia bagi tanaman yaitu selisih antara kapasitas lapang dan titik layu permanen. Persamaan untuk menghitung WHC adalah sebagai berikut:

$$\text{WHC} = \text{Available water (Tekstur Tanah)} \times \text{Zona akar} \times \text{Luas Area}$$

Sebelum dilakukan perhitungan, perlu di lakukan overlay antara penggunaan lahan dan tanah sehingga dapat di peroleh data luasan perpenggunaan lahan dan jenis tanah.

6. Perhitungan kandungan air tanah dalam zona perakaran (St)

Perhitungan kandungan air tanah dalam zona perakaran menggunakan pendekatan nilai WHC / STo dengan akumulasi potensial kehilangan air untuk penguapan (APWL), adapun formula untuk menghitung ST ini adalah :

$$St = St_o \cdot e^{\{-APWL/St_o\}}$$

Keterangan :

St = kandungan air tanah dalam zona perakaran (mm)

Sto = kandungan air tanah dalam zona perakaran pada keadaan kapasitas lapangan (mm)

APWL = jumlah kumulatif dari defisit curah hujan (mm)

7. Perhitungan Neraca Air

Metode *Thorntwaite Mather* dapat digunakan untuk mengetahui kondisi air secara kuantitas pada tiap bulannya dalam satu tahun, demikian juga *runoff* bulannya. Perhitungan menggunakan metode *Thorntwaite Mather* mempertimbangkan suhu udara, indeks panas bulanan, *Water Holding Capacity* dan faktor koreksi lama penyinaran matahari berdasarkan kondisi lintang.

Sebelum menghitung Evapotranspirasi Aktual (AE) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{if } P \geq PE \text{ then } AE = PE \text{ and if } P < PE \text{ then } AE = P + \Delta St$$

Setelah semua hasil perhitungan diperoleh maka dapat dihitung neraca airnya dengan menggunakan pendekatan nilai deficit dan surplus tiap bulan, adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

$$(D) = PE - AE$$

$$(S) = (P - PE) - \Delta St$$

8. Perhitungan Run Off

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

- a. 50% dari Surplus bulan sekarang (S_n).
- b. 50% dari Surplus bulan sebelumnya (RO_{n-1}).

Nilai 50% adalah koefisien *run off* studi di Amerika. Nilai ini dapat berubah sesuai kondisi setempat. Sehingga dapat di formulasikan sebagai berikut :

$$R_n = \frac{\left(\frac{S_n}{2} + RO_{n-1}\right)}{2}$$

Keterangan :

R_n = *Run off* bulan yang dicari

S_n = Surplus bulan sekarang

RO_{n-1} = Surplus bulan sebelumnya

1.4 Langkah Kerja

1. Tentukan DAS yang akan digunakan, kemudian lakukan deleniiasi untuk membatasi DAS.
2. Siapkan peta penggunaan lahan (bisa dari RBI)
3. Siapkan peta tanah
4. Lakukan overlay penggunaan lahan dan tanah untuk menentukan WHC nya
5. Lakukan perhitungan seperti pada landasan teori diatas sampai dengan menghitung run offnya.