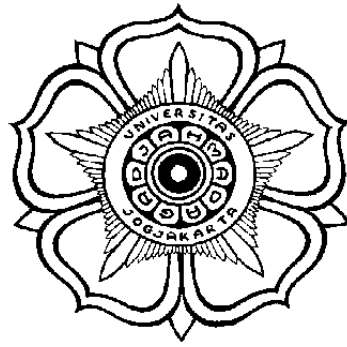


# MODUL

# HIDROMETEOROLOGI

Dasar-dasar, Analisis dan Aplikasi



DEPARTEMEN KONSERVASI SUMBERDAYA HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN UGM  
UNIVERSITAS GADJAH MADA

2020

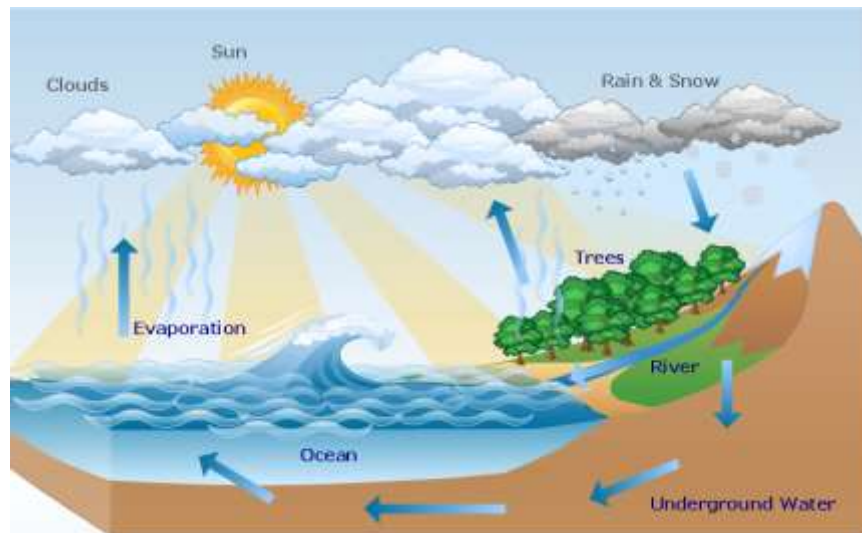
**BAB VII**  
**PRESIPITASI :**  
**KARAKTERISTIK, ANALISIS, DAN PEROLEHAN DATA**

**7.1. Presipitasi**

Presipitasi merupakan bentuk turunnya air dari atmosfer. Presipitasi dapat memiliki berbagai bentuk tergantung dari kondisi pada saat air jatuh dari atmosfer. Bentuk-bentuk presipitasi diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Gerimis : tetes dengan diameter  $< 0,5$  mm; intensitas  $< 1$  mm/jam
2. Hujan : tetes dengan diameter  $> 0,5$  mm; intensitas  $> 1,25$  mm/jam
3. Salju : kristal es putih bergumpal dalam bentuk serpihan
4. Batu es hujan : bola es  $\varnothing > 5$ mm; butir es  $\varnothing < 5$ mm
5. Vigra : partikel air atau es yang jatuh dari awan tapi menguap sebelum mencapai permukaan bumi
6. Kabut : kabut seperti awan terdiri atas tetesan air kecil yang mengapung di udara
7. Embun : air mengembun pada objek di dekat tanah yang suhunya di atas titik beku tetapi di bawah suhu titik embunnya. Jika air mengembun pada suhu di bawah titik beku disebut embun beku

Presipitasi memiliki peran yang sangat penting dalam siklus hidrologi. Peran presipitasi yaitu sebagai masukan atau input. Presipitasi yang telah turun akan mengalami proses berupa interaksi dengan tutupan lahan, permukaan tanah, hingga lapisan bawah tanah dan mengalir hingga tempat yang paling rendah seperti danau, waduk, embung, ataupun laut dan akan kembali mengalami evaporasi membentuk butiran air di atmosfer. Selama air berada pada proses transportasi dari hulu hingga hilir, terjadi banyak sekali proses serta pemanfaatan terhadapnya baik pemanfaatan oleh flora dan fauna maupun pemanfaatan oleh manusia dalam menjalankan aktivitasnya.



Gambar 7. 1. Siklus Hidrologis

Di sisi lain, presipitasi bisa jadi mendatangkan bencana. Hal ini terjadi pada kondisi tertentu, diantaranya :

1. terjadi presipitasi dengan intensitas yang ekstrim
2. tutupan lahan dan kondisi permukaan tanah tidak mampu menampung jumlah presipitasi yang turun

Bencana yang terkait dengan kejadian presipitasi dapat disebut sebagai bencana hidrometeorologis, pada bab berikutnya akan dibahas secara lebih spesifik mengenai bencana hidrometeorologis.

## 7.2.Perolehan Data

Pengenalan karakteristik hujan serta distribusi spasial dan temporalnya dapat diketahui dan dianalisis jika kita memiliki data hujan. Pertanyaannya adalah bagaimana cara memperoleh data hujan tersebut? Setidaknya terdapat beberapa cara memperoleh data hujan, yaitu sebagai berikut.

### A. Perolehan Data Primer

Perolehan data hujan secara primer merupakan cara perolehan data hujan secara langsung oleh peneliti melalui pencatatan hujan menggunakan perangkat penakar hujan. Cara ini merupakan cara yang digunakan jika pada wilayah kajian tidak ditemukan stasiun hujan milik instansi pengamat cuaca misalnya BMKG. Cara ini juga dapat digunakan jika parameter atau karakteristik hujan yang akan dianalisis sifatnya sangat spesifik sehingga bahkan jika ada stasiun pengamat hujan milik instansi pengamat cuaca pun tidak dapat mengakomodir kebutuhan penelitian.

Misalnya membutuhkan data hujan dengan interval pencatatan permenit. Sebagai catatan, tidak semua stasiun hujan mencatat hujan dengan interval sangat sering serta ada kemungkinan data dengan interval yang sangat rigid tidak dapat diakses oleh pihak selain pihak internal atau prosedur perolehannya cukup rumit. Sehingga jauh lebih mudah untuk melakukan pencatatan data hujan secara mandiri.

Perolehan data hujan secara primer memang lebih flexibel dan mampu mengakomodir kebutuhan penelitian yang lebih spesifik. Meskipun demikian, cara ini memerlukan sumberdaya yang tidak sedikit, baik dari segi waktu, biaya, dan tenaga. Terdapat beberapa cara dalam perolehan data hujan secara primer, yaitu sebagai berikut :

### **1. Melakukan pencatatan menggunakan penakar hujan manual/ombrometer**

Ombrometer merupakan alat berbentuk silinder dengan dimensi sesuai standar lembaga meteorologi dunia/world meteorological organization (WMO) untuk mengumpulkan hujan yang terjadi pada wilayah kajian secara manual. Alat ini memiliki prinsip kerja menampung hujan dalam penyimpanan ombrometer. Pengamat datang setiap periode waktu tertentu, misalnya : setiap pagi atau setelah 1 kejadian hujan untuk mengukur volume hujan yang tertampung.



Gambar 7. 2. Ombrometer

## 2. Melakukan pencatatan menggunakan penakar hujan otomatis/*automatic rainfall recorder (ARR)*

Automatic Rain Recorder merupakan penakar hujan yang mencatat data secara otomatis dalam bentuk data digital. Prinsip kerja dari alat ini yaitu hujan yang masuk dalam ARR mengetuk ‘jungkat-jungkit’ yang memicu sensor. Setiap ketukan dihitung sejumlah tebal hujan tertentu (mis : 0,02 mm, 0,2 mm, atau 0,5 mm). Data di *download* via *memory* yang ada pada ARR.



Gambar 7. 3. *Automatic Rainfall Recorder*

### B. Perolehan Data Sekunder

Perolehan data sekunder merupakan cara lain yang dapat dilakukan selain perolehan data secara mandiri atau perolehan data primer. Perolehan data sekunder umumnya jauh lebih mudah dan praktis, tidak perlu mengalami repotnya memasang instrumen, melakukan perawatan rutin dan pengunduhan data, serta tidak perlu memikirkan masalah pencurian alat. Hanya saja perolehan data sekunder memang tidak *effortless*, melainkan tetap ada langkah yang harus ditempuh untuk dapat memperoleh data hujan pada wilayah kajian. Data hujan sekunder dapat diperoleh menggunakan beberapa sumber, yaitu sebagai berikut.

#### 1. Memperoleh data dari instansi pencatat data hujan

Instansi pencatat hujan merupakan instansi yang memiliki tupoksi dalam pencatatan data hujan serta parameter iklim dan cuaca lainnya. Di Indonesia, instansi yang memiliki tupoksi dalam melakukan pencatatan data hujan ada beberapa diantaranya yaitu badan meteorologi klimatologi dan geofisika (BMKG), Direktorat

Sumberdaya Air kementerian pekerjaan umum (PU SDA), Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi kementerian ESDM, balai pengelolaan daerah aliran dan hutan lindung sungai kementerian lingkungan hidup dan kehutanan (BPDASHL), kementerian pertanian, dan masih banyak instansi lainnya.



Gambar 7. 4. Portal Data Online BMKG

Instansi-instansi tersebut mencatat hal yang sama : hujan, tetapi untuk keperluan yang berbeda-beda. Misal BPPTKG ESDM melakukan pencatatan data hujan dalam kaitannya untuk pemantauan bahaya dari gunungapi sedangkan kementerian pertanian melakukan pencatatan hujan untuk memprediksi masa tanam dan masa panen. Perbedaan kegunaan dari pencatatan data hujan perlu diketahui dengan baik oleh peneliti, mengingat perbedaan tujuan pencatatan data hujan akan mempengaruhi cara perolehan data yang berbeda pada setiap instansi.

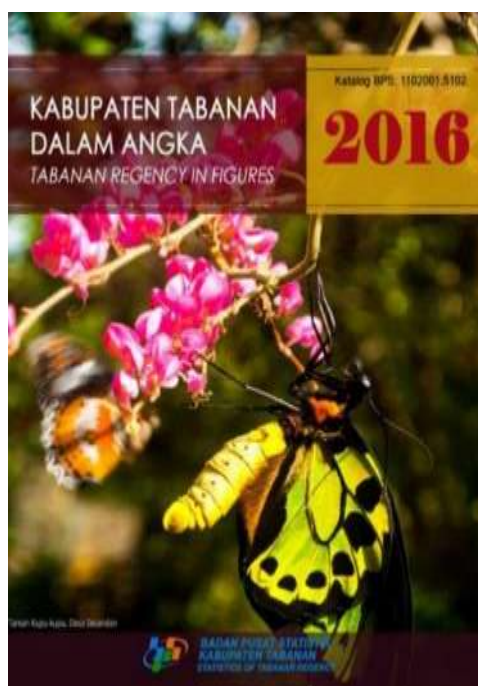
## 2. Memperoleh data dari instansi pengumpul data

Selain beberapa instansi yang telah disebutkan pada bagian sebelumnya, terdapat instansi lain yang tidak melakukan pengukuran data hujan tetapi hanya melakukan koleksi dan publikasi data hujan saja, misalnya badan pusat statistik (BPS). Badan pusat statistik jelas tidak memiliki tupoksi dalam melakukan pengukuran data hujan, tetapi instansi ini memiliki peran dalam mengoleksi data yang diukur dan dicatat oleh instansi lainnya dan dipublikasikan secara berkala setiap tahun dalam bentuk buku daerah dalam angka misal Provinsi Jawa Tengah dalam angka tahun 2019.



Gambar 7. 5. Portal Badan Pusat Statistik

Di dalam publikasi tersebut, dapat ditemukan data hujan serta beberapa parameter iklim lainnya. Tetapi tentunya data hujan yang ditampilkan pada publikasi ini tidak serinci data yang diukur oleh instansi pengukur data melainkan dalam bentuk yang sudah diolah, ditabulasi, dan dibuat sesimpel mungkin karena ditujukan agar mudah dipahami bahkan oleh orang awam yang tidak pernah mempelajari ilmu hidrometeorologi atau sejenisnya. Data semacam ini tetap dapat digunakan untuk penelitian hidrometeorologi tetapi untuk analisis yang sifatnya *preliminary* atau tidak mendalam.



GEOGRAPHY AND CLIMATE

1.2 ILMU / CLIMATE

Tabel : Jumlah Hujan dan Curah Hujan Setiap Bulan di Kabupaten Tabanan, 2015

1.2.1  
Tabel : Number of Rainy Days and Precipitation by Month in Tabanan Agency, 2015

Bulan Month	Jumlah Hujan Rainy Days (hari)	Curah Hujan Precipitation (mm)
(1)	(2)	(3)
Januari January	118	2.321,50
Februari February	102	2.265,50
Maret March	96	1.735,50
April April	90	1.158,50
Mei May	85	600,00
Juni June	27	348,00
Juli July	17	818,50
Agustus August	8	23,00
September September	9	18,00
Oktober October	7	16,50
November November	40	958,50
Desember December	67	1.925,00

Sumber : Dinas Kehutanan dan Pertanian Kabupaten Tabanan  
Source : Forestry and Agriculture Department of Tabanan Agency

Gambar 7. 6. Contoh Data Hujan yang Dimuat di Dokumen Kabupaten Dalam Angka

### 3. Memperoleh data dari satelit cuaca

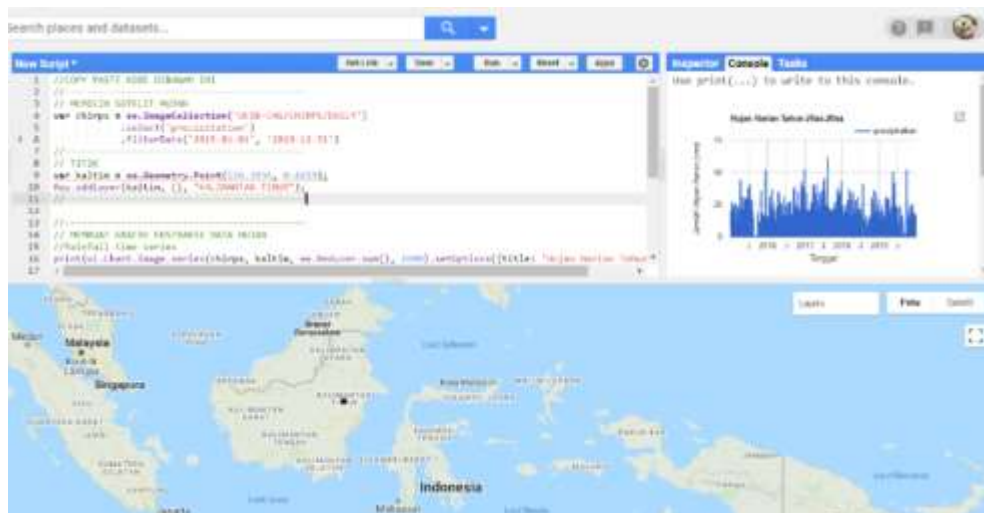
Langkah lain untuk memperoleh data sekunder hujan yaitu menggunakan satelit cuaca. Satelit cuaca merupakan satelit yang memiliki misi melakukan perekaman data berbagai parameter iklim dan cuaca. Saat ini, terdapat banyak sekali varian satelit cuaca yang dapat diperoleh informasinya secara gratis. Misalnya satelit cuaca CHIRPS (*climate hazard group infrared precipitation with station data*), PERSIANN-CDR, TRMM, ERA-5, GPM, GSMaP, Himawari, dan masih banyak lainnya.

Prinsip kerja satelit cuaca ini berbeda dengan cara pengukuran hujan lainnya. Secara konvensional, pengukuran hujan dilakukan dengan cara mengukur berapa banyak air yang betul-betul jatuh dan tertampung pada penakar hujan. Pengukuran yang dilakukan menggunakan satelit cuaca dilakukan dengan mengindera tutupan awan misal mendeteksi suhu puncak awan. Dengan perhitungan berdasarkan algoritma yang telah diprogramkan dalam satelit cuaca, hasil penginderaan tersebut dikonversi ke dalam bentuk 'potensi' hujan ataupun parameter cuaca dan iklim lainnya. Atau dengan kata lain, pengukuran menggunakan satelit cuaca tidak benar-benar mengukur hujan yang terjadi melainkan mengukur kemungkinan hujan yang terjadi di suatu wilayah pada waktu tertentu.

Perolehan data dari satelit cuaca tentunya tidak perlu mengalami kontak langsung antara peneliti dengan satelit yang melakukan pengukuran. Tentunya cara tersebut tidak memungkinkan dan membutuhkan usaha dan biaya yang tidak sedikit. Perolehan data dari sumber data ini dapat diperoleh secara mudah melalui website penyedia data (mis : NASA), aplikasi pengunduh data citra satelit cuaca (mis : CHRS Data Portal), ataupun melalui platform cloud computing misalnya Google Earth Engine.

Google Earth Engine merupakan salah satu *platform cloud computing* untuk mengakses berbagai macam citra satelit dan melakukan pengolahan citra digital milik perusahaan Google. Platform ini diklaim memiliki basis data sebesar 7 petabyte yang tidak hanya meliputi data cuaca dan iklim saja, melainkan banyak data dengan tema lainnya yang dapat diakses secara cuma-cuma oleh pengguna.



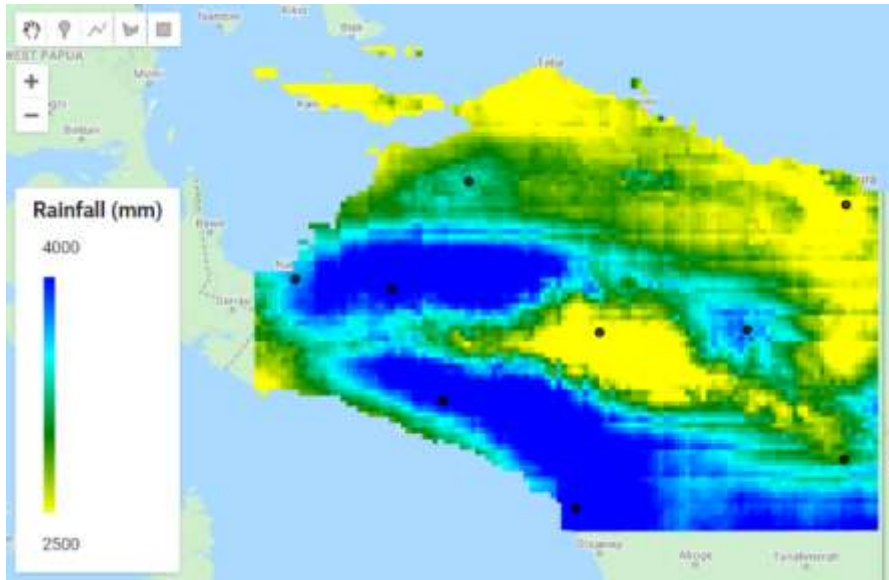


Gambar 7. 7. Code Editor Google Earth Engine

Terkait dengan data hujan, Google Earth Engine menyediakan cukup banyak pilihan citra satelit cuaca yaitu sebagai berikut :

- CHIRPS
- TRMM
- GSMaP
- GPM
- PERSIANN-CDR
- ERA-5

Setiap citra satelit tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Setidaknya beberapa karakteristik yang perlu diperhatikan pertama kali adalah waktu ketersediaan (*date availability*), resolusi spasial, dan ketersediaan citra pada wilayah kajian. Karakteristik berikutnya yang perlu diperhatikan yaitu akurasi antara hasil pengukuran satelit cuaca dengan hasil pengukuran dari stasiun hujan yang ada di permukaan bumi. Langkah kedua ini dapat dilakukan dengan cara melakukan validasi dan uji akurasi data hujan satelit dibandingkan data ground station. Umumnya parameter yang digunakan dalam validasi diantaranya yaitu  $r^2$ , RMSE, dan MBE. Jika hujan hasil pengukuran dari satelit masuk dalam rentang yang diperkenankan maka data tersebut dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk pengukuran hujan pada wilayah tersebut.



Gambar 7. 8. Citra Hujan CHIRPS pada Platform Google Earth Engine

Meskipun Google Earth Engine menyediakan data dengan jumlah yang hampir tidak terbatas, tetapi bukan berarti platform ini tidak memiliki kekurangan. Kekurangan metode ini yaitu :

1. Seluruh perintah perlu dituliskan dalam kode dalam bahasa javascript
2. Perlu terkoneksi dengan internet dengan koneksi yang stabil dan bandwidth yang mencukupi untuk proses display data dan pengunduhan citra satelit
3. Data hujan yang terukur bukanlah data hujan aktual melainkan potensi, sehingga perlu ada upaya untuk melakukan validasi dan uji akurasi sebelum dapat digunakan untuk mendapatkan hasil yang akurat

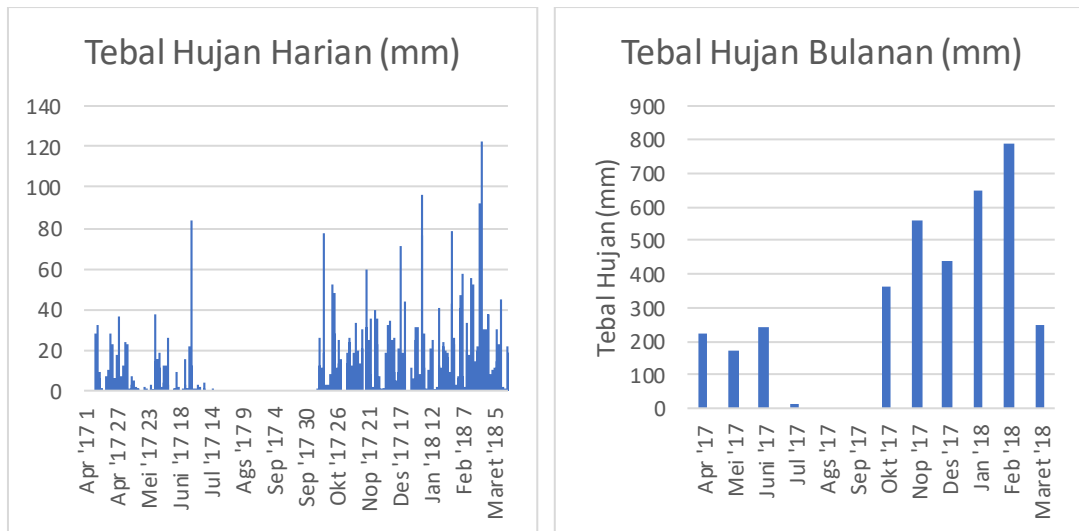
Citra satelit cuaca umumnya memiliki resolusi spasial yang kecil (5 km hingga 25 km) sehingga tidak cocok digunakan untuk memetakan variabilitas hujan wilayah kajian yang terlalu kecil.

### **7.3.Karakteristik Presipitasi**

Presipitasi khususnya yang berbentuk hujan, memiliki beberapa karakteristik yang membedakan antara kejadian satu dengan kejadian lainnya. Dari sekian banyak karakteristik hujan, setidaknya ada 4 karakteristik dasar yang perlu dipahami, yaitu tebal hujan, durasi hujan, intensitas hujan, dan i30.

#### **A. Tebal Hujan**

Tebal hujan merupakan tebal dari hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam satuan panjang (mm/cm).



Gambar 7. 9. Tebal Hujan Harian dan Bulanan

## B. Durasi Hujan

Durasi hujan merupakan lamanya waktu terjadinya satu kejadian hujan, dinyatakan dalam jam.

## C. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan jumlah hujan yang terjadi pada satuan waktu tertentu. Untuk menghitung intensitas hujan dalam satu kejadian hujan, maka dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Intensitas hujan} = \frac{\text{Tebal hujan}}{\text{Durasi hujan}}$$

## D. i30

i30 merupakan tebal hujan tertinggi dalam waktu 30 menit dalam 1 hari. Data yang dibutuhkan untuk menentukan i30 yaitu data tebal hujan (mm) interval waktu  $\leq 30$  menit. Jika interval data tebal hujan yang digunakan kurang dari 30 menit, jumlahkan data tebal hujan hingga 30 menit. Aturan penjumlahan data hujan untuk perhitungan i30 yaitu sebagai berikut :

- Data tebal hujan yang dijumlahkan mulai dari jam 00.00 s/d 23.59
- Data tebal hujan yang dapat dijumlahkan merupakan data hujan yang berututan, dapat dijumlahkan naik maupun turun
- Penjumlahan dilakukan hingga memperoleh total tebal hujan tertinggi dalam waktu 30 menit

Plot Title: ARR Tamansari				
No	Waktu	CH (mm)	i30 (mm)	i30 (mm)
829	12/06/2017 18.00.00			
830	12/06/2017 18.10.00			
831	12/06/2017 18.20.00	0,2		
832	12/06/2017 18.30.00			
833	12/06/2017 18.40.00	1		
834	12/06/2017 18.50.00	0,4		
835	12/06/2017 19.00.00	0,4		
836	12/06/2017 19.10.00	0,4		
837	12/06/2017 19.20.00	2,8	4,2	4,4
838	12/06/2017 19.30.00	0,8		
839	12/06/2017 19.40.00	0,2		
840	12/06/2017 19.50.00	0,4		
841	12/06/2017 20.00.00	0,4		
842	12/06/2017 20.10.00	0,2		
843	12/06/2017 20.20.00			
844	12/06/2017 20.30.00	0,2		
845	12/06/2017 20.40.00	0,2		
846	12/06/2017 20.50.00	0,4		
847	12/06/2017 21.00.00	0,2		
848	12/06/2017 21.10.00	0,2		
849	12/06/2017 21.20.00			
850	12/06/2017 21.30.00	0,4		
851	12/06/2017 21.40.00	0,4		

Gambar 7. 10. Contoh Perhitungan i30

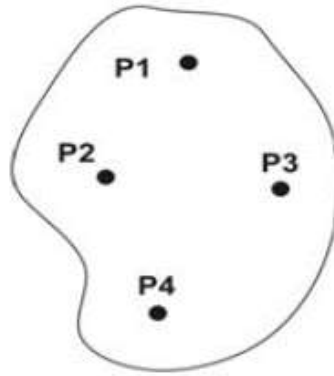
#### 7.4. Hujan Wilayah

Presipitasi terjadi di permukaan bumi, hampir seluruh, tetapi tidak semua wilayah mengalaminya. Tidak hanya perkara lokasi, ada kalanya pada waktu tertentu terjadi hujan, dan di waktu lain tidak terjadi hujan. Singkat kata, hujan memiliki variasi spasial/lokasi. Distribusi spasial hujan secara global sangat dipengaruhi oleh beberapa kondisi, yaitu :

1. Posisi terhadap garis lintang
2. Posisi terhadap badan perairan
3. Posisi terhadap penghalang/rintangan
4. Faktor meteorologis
5. Sirkulasi atmosfer global

Distribusi spasial hujan pada sebuah wilayah dapat digambarkan dan dihitung menggunakan beberapa metode, yaitu :

1. **Rataan aritmatik/rataan aljabar** : membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam wilayah. Sifat hujan relatif tidak homogen



Gambar 7. 11. Sebaran Stasiun Hujan

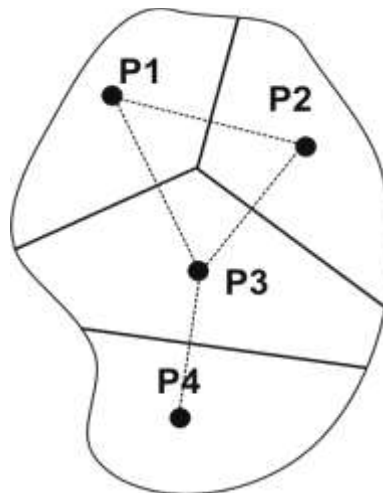
$$\bar{P} = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

$\bar{P}$  = hujan rata-rata

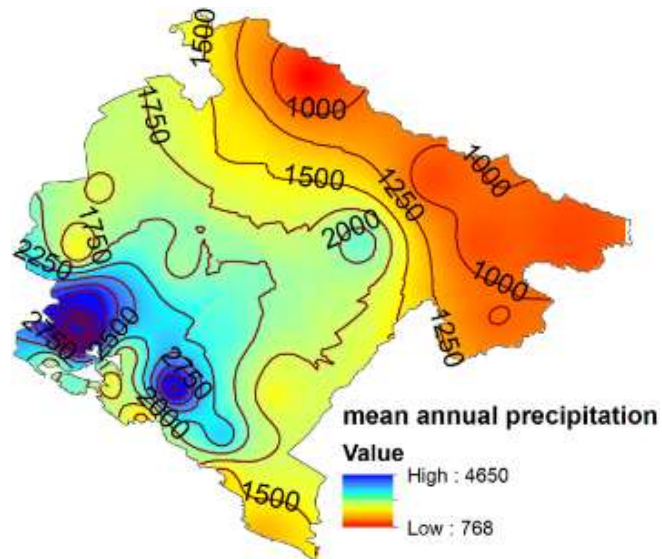
P1, P2, P3, P4 = tebal hujan stasiun 1,2,3,4.

2. Polygon thiessen : garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai tebal hujan yang sama



Gambar 7. 12. Poligon Thiessen

3. Isohyet : cara ini memperhatikan tebal hujan, jumlah stasiun, dan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun untuk digunakan sebagai salah satu faktor dalam menghitung hujan rata-rata daerah yang bersangkutan.



Gambar 7. 13. Isohyet

Ketiga metode ini memiliki karakteristik yang berbeda dan harus dipahami sebelum digunakan untuk melakukan analisis hujan wilayah. Perbedaan dari ketiganya yaitu sebagai berikut :

1. Rerata Aljabar/Aritmatik
  - Asumsinya jika distribusi hujan merata
  - Digunakan pada wilayah yang datar
  - Paling mudah tetapi tidak akurat
2. Poligon thiessen
  - Mengasumsikan variasi linear
  - Digunakan jika penakar hujan terdistribusi tidak merata
  - Tidak repot jika data hujan berubah-ubah
3. Isohyet
  - Secara teoretis paling akurat
  - Sangat dinamis sehingga kadang merepotkan

## DAFTAR PUSTAKA

Chang M. 2013. *Forest Hydrology : An Introduction to Water and Forests*. Third Edition. Florida : CRC Press

Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi*. Edisi Kedua. Bandung : Penerbit ITB

### Website

<https://www.bps.go.id/>

<http://dataonline.bmkg.go.id/home>

<https://earthengine.google.com/>