

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Curah Hujan**

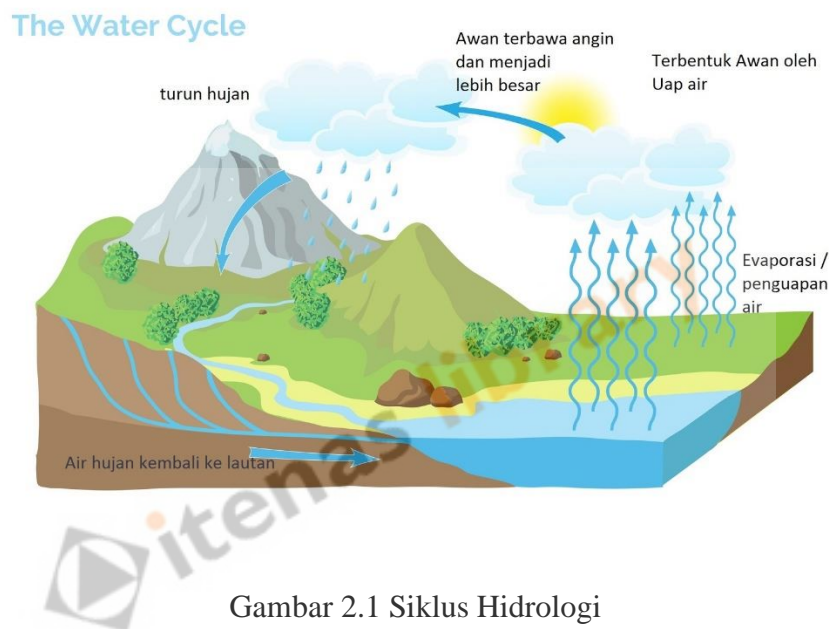
Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air setinggi 1 liter (Triatmodjo, 2008).

#### **2.2 Proses Terjadinya Hujan**

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut (Sosrodarsono, 1985) presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berbentuk padat disebut salju (*snow*).

Siklus hidrologi merupakan proses yang berlangsung secara terus menerus dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Proses ini diawali dengan menguapnya air di permukaan tanah dan laut ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan lautan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan selebihnya sampai

ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir secara vertikal di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah (*ground water*) yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut (Triatmodjo, 2008). Gambar proses siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber : <https://agrotek.id/>

Pada dasarnya hujan dapat terjadi di sembarang tempat, asalkan terdapat dua faktor, yaitu faktor massa udara yang lembab dan faktor sarana meteorology yang dapat mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi. Hujan terjadi akibat massa udara yang mengalami penurunan suhu di bawah titik embun yang dapat mengalami perubahan pembentukan molekul air. Apabila massa udara terangkat ke atas dan mengalami perubahan suhu sampai mencapai ketinggian yang memungkinkan terjadinya kondensasi, maka akan dapat membentuk awan. Hujan hanya dapat terjadi apabila molekul-molekul air hujan sudah mencapai ukuran lebih dari 1 mm. Agar hujan dapat terjadi diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat yang dapat mengambil uap air dari udara. Awan pada proses terjadinya hujan akan

membedakan jenis hujan yang terjadi di setiap wilayah. Hal ini karena proses pembentukan awan pada siklus terjadinya hujan dibedakan berdasarkan lapisannya menjadi seperti berikut :

1. *Sirus*

*Sirus* adalah lapisan yang paling atas yang bentuknya seperti serabut halus berwarna putih. Pada awan ini, akan membentuk menyerupai kristal es di langit, jika sudah terbentuk seperti itu biasanya hujan akan turun (<https://enjiner.com/jenis-jenis-awan/>).

2. *Cumulus*

*Cumulus* adalah lapisan kedua ini, akan membentuk yang biasanya seperti gumpalan putih lembut yang menandakan kalau cuaca akan panas serta kering. Namun ada juga yang bisa muncul dengan warna hitam yang menandakan akan turun hujan disertai angin, petir dan guruh (<https://enjiner.com/jenis-jenis-awan/>).

3. *Stratus*

*Stratus* adalah lapisan yang menempati lapisan paling rendah di langit yang membuatnya letaknya dekat dengan permukaan bumi. Jika awan stratus kemudian berubah warna menjadi abu-abu, hal ini menandakan bahwa awan ini sudah mengandung butiran hujan yang siap diturunkan (<https://enjiner.com/jenis-jenis-awan/>).

## 2.3 Alat Pengukur Hujan

Alat yang digunakan ada dua jenis alat pengukuran hujan, yaitu alat pengukur hujan manual dan alat pengukur hujan otomatis.

1. Alat Pengukur Hujan Manual

Penakar hujan *Onservatorium* merupakan penakar hujan *non-recording* atau tidak dapat mencatat sendiri alias harus diukur secara manual. Penakar hujan OBS digunakan untuk mengukur jumlah curah hujan yang jatuh dan masuk kedalam corong penakar curah hujan tersebut

dalam periode waktu 24 jam. Jumlah curah hujan yang terukur dinyatakan dalam satuan mm (milimeter). Panakar hujan jenis ini, diamati tiap jam 07.00 waktu setempat untuk metode pengamatan agroklimat, sedangkan untuk pengamatan sinoptik diamati tiap jam. Pencatatan data curah hujan hasil pengukuran dinyatakan dalam bilangan bulat. Apabila tidak ada hujan ditulis strip (-). Bila curah hujan yang terukur kurang dari 0.5 mm maka ditulis 0, jika lebih dari 0.5 ditulis 1( [https://www.klimatologibanjarbaru.com/ph\\_obs.php](https://www.klimatologibanjarbaru.com/ph_obs.php)).

Bagian-bagian alat alat pengukur hujan OBS dari lima bagian utama yaitu:

- a. Corong penakar yang berbentuk lingkaran yang dapat dilepas dengan luas 100 cm persegi.
- b. Tabung panampung air hujan.
- c. Kran untuk mengeluarkan air.
- d. Penyangga.
- e. Gelas ukur dengan skala 0 – 25 mm.

Gambar Penakar hujan *Observatorium* (OBS) dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Penakar Hujan *Observatorium* (OBS)

Sumber : <http://fadiltamamin.blogspot.com/>

## 2. Alat Pengukur Hujan Otomatis

Penakar hujan jenis *Hellman* merupakan suatu instrument/alat untuk mengukur curah hujan. Penakar hujan jenis *hellman* ini merupakan suatu alat penakar hujan berjenis *recording* atau dapat mencatat sendiri. Alat ini dipakai di stasiun-stasiun pengamatan udara permukaan. Pengamatan dengan menggunakan alat ini dilakukan setiap hari pada jam-jam tertentu meskipun cuaca dalam keadaan baik/hari sedang cerah. Alat ini mencatat jumlah curah hujan yang terkumpul dalam bentuk garis vertikal yang tercatat pada kertas pias. Alat ini memerlukan perawatan yang cukup intensif untuk menghindari kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada alat ini.

Curah hujan merupakan salah satu parameter cuaca yang mana datanya sangat penting diperoleh untuk kepentingan BMG dan masyarakat yang memerlukan data curah hujan tersebut. Hujan memiliki pengaruh yang sangat besar bagi kehidupan manusia, karena dapat memperlancar atau malah menghambat kegiatan manusia. Oleh karena itu kualitas data curah hujan yang didapat haruslah bermutu dan memiliki keakuratan yang tinggi. Maka seorang *observer*/pengamat haruslah mengetahui tentang alat penakar hujan yang dipakai di stasiun pengamat secara baik. Salah satu alat penakar hujan yang sering dipakai ialah penakar hujan jenis *Hellman* (Bunganaen, 2013).

Jika hujan turun, air hujan masuk melalui corong, kemudian terkumpul dalam tabung tempat pelampung. Air hujan ini menyebabkan pelampung serta tangkainya terangkat atau naik ke atas. Pada tangkai pelampung terdapat tongkat pena yang gerakannya selalu mengikuti tangkai pelampung. Gerakan pena dicatat pada pias yang ditakkan pada silinder jam yang dapat berputar dengan bantuan tenaga.

Jika air dalam tabung hampir penuh (dapat dilihat pada lengkungan selang gelas), pena akan mencapai tempat teratas pada pias. Setelah air mencapai atau melewati puncak lengkungan selang gelas, maka berdasarkan system *siphon* otomatis (sistem selang air), air dalam

tabung akan keluar sampai ketinggian ujung selang dalam tabung. Bersamaan dengan keluarnya air, tangki pelampung dan pena turun dan pencatatannya pada pias merupakan garis lurus vertikal. Jika hujan masih terus-menerus turun, maka pelampung akan naik kembali seperti diatas. Dengan demikian jumlah curah hujan dapat dihitung atau ditentukan dengan menghitung garis-garis vertikal.

Jumlah hujan yang terjadi dalam suatu DAS merupakan besaran yang sangat penting dalam sistem DAS tersebut, karena hujan merupakan masukan utama dalam suatu DAS, oleh sebab itu pengukuran harus dilakukan secara cermat. Jumlah hujan yang dimaksud tersebut adalah seluruh hujan yang terjadi dalam DAS yang bersangkutan karena hujan ini yang akan menjadi aliran di sungai. Dengan demikian, ini berarti seluruh hujan yang terjadi setiap saat harus dapat diukur. Konsekuensi dari kebutuhan ini adalah bahwa di dalam DAS tersebut tersedia alat ukur yang mampu menangkap seluruh air hujan yang jatuh. Agar memperoleh hasil pengukuran yang baik, beberapa syarat harus dipenuhi untuk pemasangan alat ukur hujan, yaitu antara lain :

- a. Tidak dipasang di tempat yang selalu terbuka (*over exposed*), seperti di puncak bangunan dan di puncak bukit.
- b. Tidak dipasang di tempat yang terlalu tertutup (*under exposed*), seperti di antara dua bangunan gedung yang tinggi.
- c. Paling dekat berjarak 4 x tinggi bangunan/rintangan yang terdekat.
- d. Mudah memperoleh tenaga pengamat.

Gambar Penakar hujan jenis *Hellman* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penakar Hujan Jenis *Hellman*

Sumber : <http://fadiltamamin.blogspot.com/>

## 2.4 Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan cukup sederhana yakni dengan memperhitungkan data curah hujan di stasiun yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Variabel yang diperhitungkan pada metode ini adalah curah hujan harian di stasiun lain dan jumlah curah hujan 1 tahun pada stasiun lain tersebut. Rumus metode Rasional untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut:

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \frac{An_x}{An_i} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

$D_x$  = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun x

n = Jumlah stasiun di sekitar x untuk mencari data di x

$d_i$  = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun i

$An_x$  = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun x

$An_i$  = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun sekitar x

Metode Rasional ini umumnya banyak digunakan untuk menghitung debit banjir pada daerah aliran sungai yang tidak terlalu luas dengan batasan luas hingga 50 km<sup>2</sup>, atau tergantung ketersediaan penyebaran stasiun hujan yang ada pada daerah aliran sungai (Nugroho,2010).

## 2.5 Metode *Inversed Square Distance*

Metode *Inversed Square Distance* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan hampir sama dengan Metode Normal Ratio yakni memperhitungkan stasiun yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Jika pada Metode Rasional yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1 tahun, pada metode ini variabel yang digunakan adalah jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujan yang hilang. Rumus Metode *Inversed Square Distance* untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut :

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2} P_A + \frac{1}{(dXB)^2} P_B + \frac{1}{(dXC)^2} P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

P<sub>x</sub> = Tinggi hujan yang dipertanyakan

P<sub>A</sub>, P<sub>B</sub>, P<sub>C</sub> = Tinggi hujan pada stasiun disekitarnya

d<sub>XA</sub>, d<sub>XB</sub>, d<sub>XC</sub> = Jarak stasiun X terhadap masing – masing stasiun A,B,C

Metode ini akan cocok jika lokasi antar stasiun tidak terlalu jauh.

## 2.6 Pengujian Konsistensi Data Hujan

Menurut (Soewarno, 1991) dalam bukunya Hidrologi Operasional Jilid Kesatu, data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (*error*) dan harus tidak mengandung data kosong (*missing record*). Oleh karena itu



harus dilakukan pengecekan kualitas data (*data quality control*). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor manusia, alat dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat disebut tidak konsisten (*inconsistency*). Uji konsistensi (*consistency test*) berarti menguji kebenaran data. Data hujan disebut konsisten (*consistent*) berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serata sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi.

Salah satu cara untuk menguji konsistensi data hujan dengan menggunakan analisis kurva masa ganda (*double mass curve analysis*). Pengujian tersebut dapat diketahui apakah terjadi perubahan lingkungan atau perubahan cara menakar. Jika hasil uji menyatakan data hujan disuatu stasiun konsisten berarti pada daerah pengaruh system tersebut tidak terjadi perubahan lingkungan dan tidak terjadi perubahan cara menakar selama pencatatan data tersebut dan sebaliknya.

Uji konsistensi ini dapat diselidiki dengan cara membandingkan curah hujan tahunan kumulatif dari stasiun yang diteliti dengan harga kumulatif curah hujan rata-rata dari suatu jaringan stasiun dasar yang bersesuaian. Pada umumnya, metode ini disusun dengan urutan kronologis mundur dan dimulai dari tahun yang terakhir atau data yang terbaru hingga data terakhir.

Jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang, misalnya, penakar hujan terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan penakaran dan pencatatan, pemindahan letak penakar dan sebagainya, memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap semula. Hal ini dapat diselidiki dengan menggunakan lengkung massa ganda.

Kalau tidak ada perubahan terhadap lingkungan maka akan diperoleh garis ABC berupa garis lurus dan tidak terjadi patahan arah garis, maka data hujan tersebut adalah konsisten. Tetapi apabila pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, didapat garis patah ABC'. Penyimpangan tiba-tiba dari garis semula menunjukkan adanya perubahan tersebut, yang bukan disebabkan oleh perubahan iklim. Sehingga data hujan tersebut dapat dikatakan tidak konsisten dan harus dilakukan koreksi dengan menggunakan koefisien korelasi sebagai berikut.

## Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakan ukuran yang dipakai untuk menyatakan seberapa kuat hubungan variabel-variabel (terutama data kuantitatif). Apabila data hasil pengamatan atau pengukuran terdiri dari banyak variabel, maka dalam melakukan analisa lanjutan perlu mengadakan pemilihan tentang variabel-variabel mana saja yang kuat hubungannya. Studi yang membahas mengenai derajat asosiasi atau derajat hubungan antara variabel-variabel disebut analisa korelasi. Analisa korelasi sukar untuk dipisahkan dari analisa regresi, karena apabila variabel hasil pengamatan ternyata memiliki kaitan yang erat dengan variabel lainnya, maka kita dapat meramalkan nilai variabel pada suatu individu lain berdasarkan nilai variabel-variabelnya. Hal ini dilakukan dengan analisa regresi (Walpole, 1993). Untuk mempermudah dalam melakukan Interpretasi mengenai koefisien korelasi dibuatlah kriteria sebagai berikut:

- a. Jika  $r$  semakin mendekati 1, maka kedua variabel dikatakan memiliki hubungan erat secara positif, artinya: semakin besar nilai variabel pertama dari suatu objek, semakin besar pula nilai variabel kedua pada objek yang sama.
- b. Jika  $r$  mendekati -1, maka kedua variabel berkaitan erat secara negatif, artinya : semakin besar nilai variabel pertama dari suatu objek, diharapkan semakin kecil nilai variabel kedua pada objek yang sama.
- c. Jika  $r$  berkisar sekitar 0, maka kedua variabel memiliki hubungan yang sangat lemah atau mungkin tidak memiliki kaitan sama sekali, artinya: tidak ada hubungan antara nilai variabel pertama dengan nilai variabel kedua.
- d. (0) : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- e. ( $>0 - 0,25$ ) : Korelasi sangat lemah
- f. ( $>0,25 - 0,5$ ) : Korelasi cukup
- g. ( $>0,5 - 0,75$ ) : Korelasi kuat
- h. ( $>0,75 - 0,99$ ) : Korelasi sangat kuat
- i. (1) : Korelasi sempurna

Apabila data hujan tersebut tidak konsisten, maka dapat dilakukan koreksi dengan menggunakan rumus :

$$Y_z = F_k \times Y \dots\dots\dots(3)$$

$$F_k = \tan \alpha / \tan \alpha_0 \dots\dots\dots(4)$$

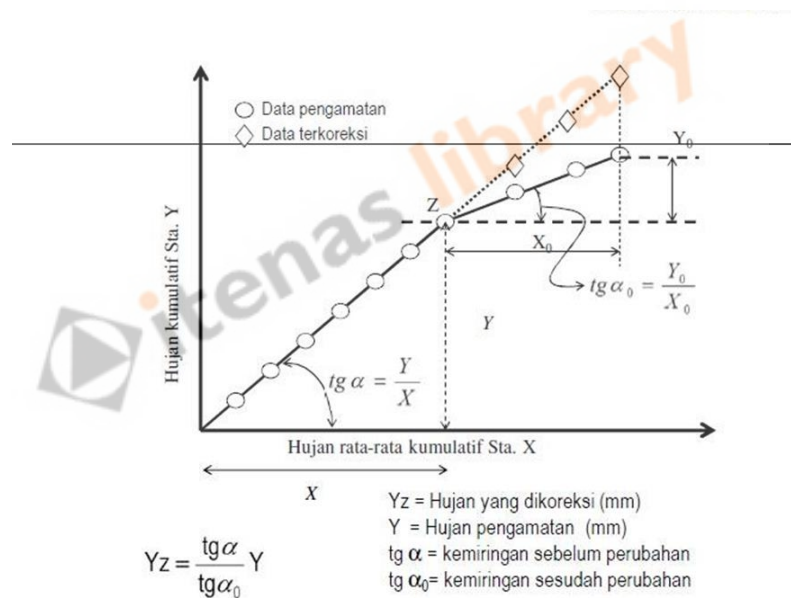
Keterangan :

$Y_z$  : Data hujan yang diperbaiki, mm

$Y$  : Data hujan hasil pengamatan, mm

$\tan \alpha$  : Kemiringan sebelum ada perubahan

$\tan \alpha_0$  : Kemiringan setelah ada perubahan



Gambar 2.4 Lengkung Masa Ganda  
Sumber : Nemec, 1973

## 2.7 Karakteristik Curah Hujan

Posisi geografis Indonesia yang berada di wilayah tropis mempunyai karakteristik unsur iklim yang spesifik sirkulasi *monsoon* ini berhubungan dengan curah hujan (Jhonson, 1992). Ada tiga pola curah hujan yang saat ini dikenal banyak orang yaitu monsunal, ekutorial, dan lokal.

### 1. Pola Hujan Monsun

Pola hujan monsun yaitu satu kali hujan minimum berbentuk huru v, hujan minimum ini terjadi saat monsun timur atau musim kering sedangkan saat monsun barat atau musim terjadinya hujan yang berlimpah. Monsun timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus yaitu pada saat matahari berada di garis balik utara ( $23.5^{\circ}$  LU). Pada puncak maksimum musim hujan terjadi pada bulan Januari atau Desember. Pola hujan monsun terjadi di wilayah Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, dan Sumatera.

### 2. Pola Hujan Ekuatorial

Pola hujan ekuatorial yaitu memiliki pola hujan bulanan yang mengalami dua kali hujan maksimum selama setahun. Hujan maksimum itu terjadi pada bulan Maret dan Oktober sehingga posisi matahari berada di garis equator atau garis khatulistiwa dan menyebabkan peningkatan peluang terjadinya hujan di daerah tersebut. Kejadian itu terjadi dua kali selama satu tahun yaitu tanggal 21 Maret dan 23 September. Selain itu juga, wilayah ini mempunyai dua lembah minimum pada musim kemarau yang terjadi pada bulan Januari dan Juli yang terjadi sepanjang tahun dan masuk kedalam kriteria musim hujan. Wilayah Indonesia yang mengikuti pola hujan ekuatorial ini adalah sebagian wilayah Sumatera dan Kalimantan.

### 3. Pola Hujan Lokal

Pola hujan lokal yaitu pengaruh kondisi lingkungan setempat yang kuat, seperti keberadaan laut dan badan air, pegunungan, serta pemanasan matahari yang lebih intensif. Faktor pembentuknya diakibatkan oleh naiknya udara ke pegunungan atau dataran tinggi karena terjadi pemanasan

lokal yang tidak seimbang. Tipe hujan ini banyak terjadi di Maluku, sebagian Sulawesi seperti Manado dan Papua.

Karakteristik iklim di Indonesia menurut Schmidt-Ferguson (1951) dalam Hanafi (1988) didasarkan kepada perbandingan antara Bulan Kering (BK) dan Bulan Basah (BB) sebagai berikut.

- a. Bulan Kering (BK) : bulan dengan curah hujan lebih kecil dari 60 mm
- b. Bulan Basah (BB) : bulan dengan curah hujan lebih besar dari 100 mm
- c. Bulan Lembab : bulan dengan curah hujan antara 60-100 mm

