



# HIDROLOGI - 2

## **DAERAH ALIRAN SUNGAI**

**PERTEMUAN KE - 2**

# AIR DI BUMI

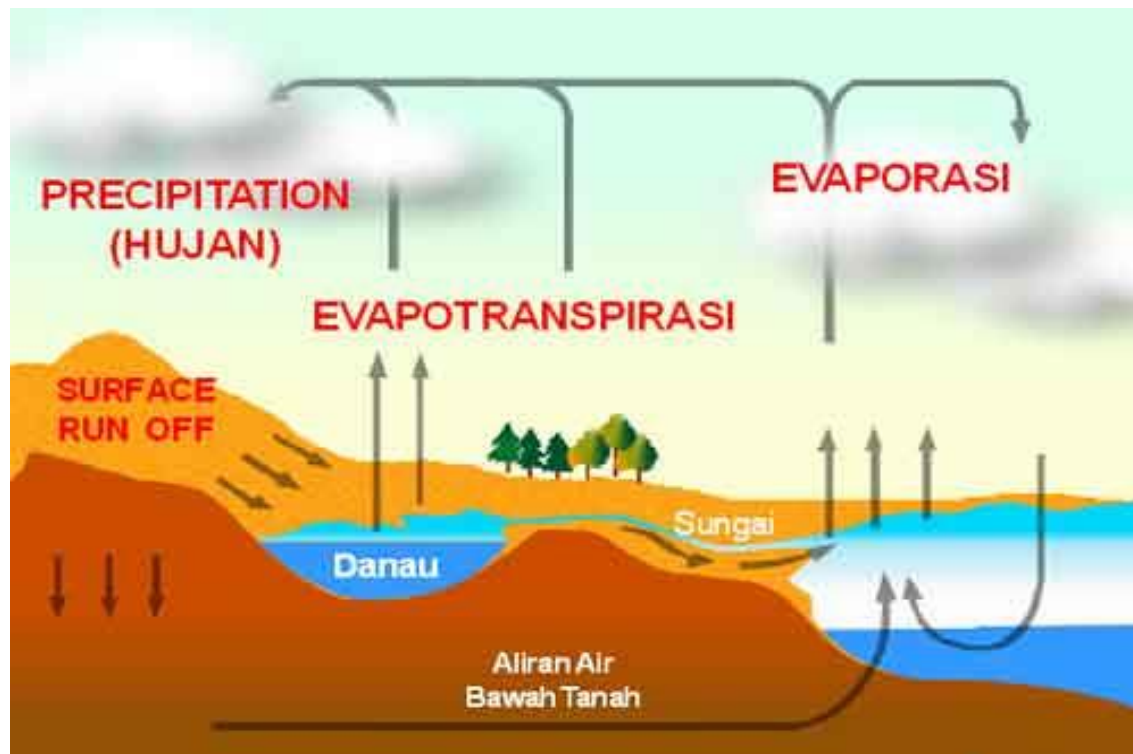
- Jumlah air di bumi adalah relatif tetap.
- Jumlah air di bumi sangat besar, kira-kira 1,36 milyar  $\text{km}^3$



- Presentasi keterdapatn air :
  - 97,2 % di laut (merupakan air laut/asin)
  - 2,15 % berupa es/salju/gletser
  - 0,65 % merupakan air yang terdapat di danau, sungai, atmosfer dan air tanah

# SIKLUS HIDROLOGI

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui **kondensasi, presipitasi, evaporasi** dan **transpirasi**.



# Daur Hidrologi (Siklus Hidrologi / Hydrologic Cycle)

- Air di bumi berada pada suatu ruang disebut dengan *hydrosphere* yang terbentang sekitar 15 km ke atas dari permukaan bumi sampai lapisan atmosfer dan sekitar 1 km ke bawah permukaan bumi sampai pada lapisan *lithosphere*. Air tersebut bergerak di sepanjang ruang *hydrosphere* melalui alur jaringan yang kompleks membentuk suatu daur perputaran gerakan massa air yang disebut daur hidrologi (*hydrologic cycle*).

# Urutan proses daur hidrologi

- Sebagian massa air terangkat ke atas permukaan bumi melalui proses penguapan (*evaporasi*) di laut dan di permukaan bumi, yaitu berupa penguapan dari tampungan air di sungai, danau, waduk, permukaan tanah serta *transpirasi* dari tanaman.
- Proses penguapan dapat terjadi karena adanya pemanasan oleh matahari sebagai sumber energi bagi alam. Uap air yang terangkat ke atas ini menjadi bagian atmosfer dan melalui proses kondensasi dapat terbentuk butir awan.
- Suatu kondisi klimatologi tertentu dapat membawa butir awan tersebut ke atas daratan membentuk awan hujan (*rain cloud*).

# Urutan proses daur hidrologi (lanjutan)

- Tidak semua butir awan hujan tersebut akan jatuh sampai di permukaan bumi sebagai hujan, ukuran butir awan hujan yang tidak cukup berat untuk melawan gaya gesekan dan gaya tekan udara ke atas akan melayang dan diuapkan kembali menjadi awan. Bagian yang sampai di bumi dikatakan sebagai hujan (*precipitation*) yang sebagian akan tertahan oleh tanaman dan bangunan yang akan diuapkan kembali.
- Bagian ini merupakan air hujan yang tak terukur dan disebut intersepsi (*interception*). Bagian yang sampai di permukaan tanah akan mengalir sebagai limpasan permukaan (*overland flow*) menuju ke tampungan aliran berupa saluran atau sungai menuju laut.
- Sebelum sampai di saluran atau sungai limpasan permukaan tersebut akan mengalami proses infiltrasi ke bawah permukaan tanah yang sebagian akan bergerak terus ke bawah merupakan air perkolasi menuju zona tampungan air tanah (*aquifer*, *groundwater storage*) dan sebagian lain bergerak mendatar di bawah permukaan tanah sebagai *subsurface flow* atau aliran antara (*interflow*) menuju ke saluran, tampungan waduk, danau, sungai atau laut. Seringkali bagian yang melimpas menuju alur sungai disebut dengan aliran permukaan tanah (*surface runoff*). Rangkaian proses alam tersebut berjalan secara terus menerus membentuk daur hidrologi.

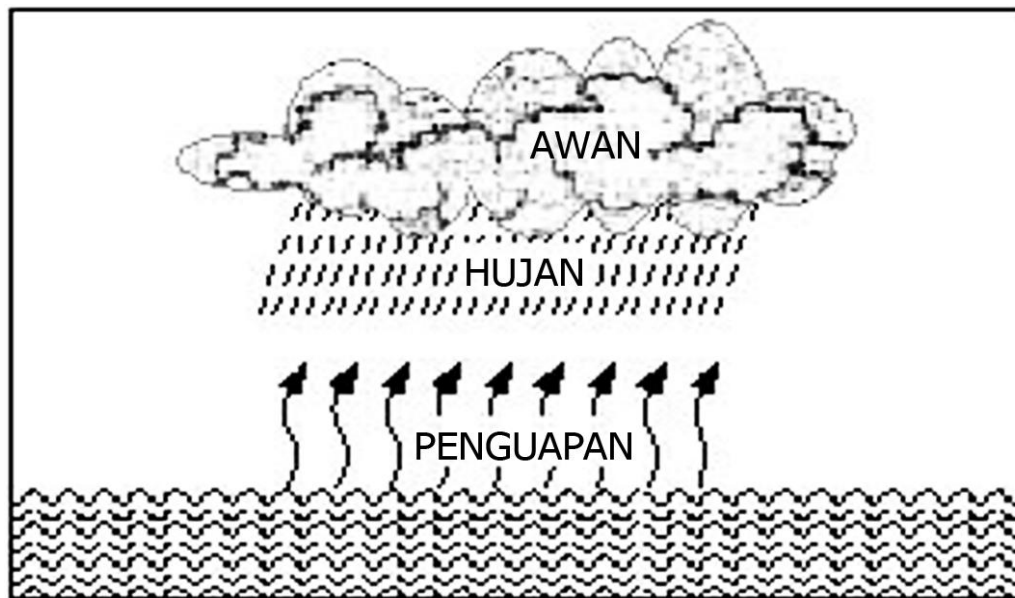
# SIKLUS HIDROLOGI



# SIKLUS HIDROLOGI

## A. Siklus Pendek / Siklus Kecil

1. Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
2. Terjadi kondensasi dan pembentukan awan
3. Turun hujan di permukaan laut



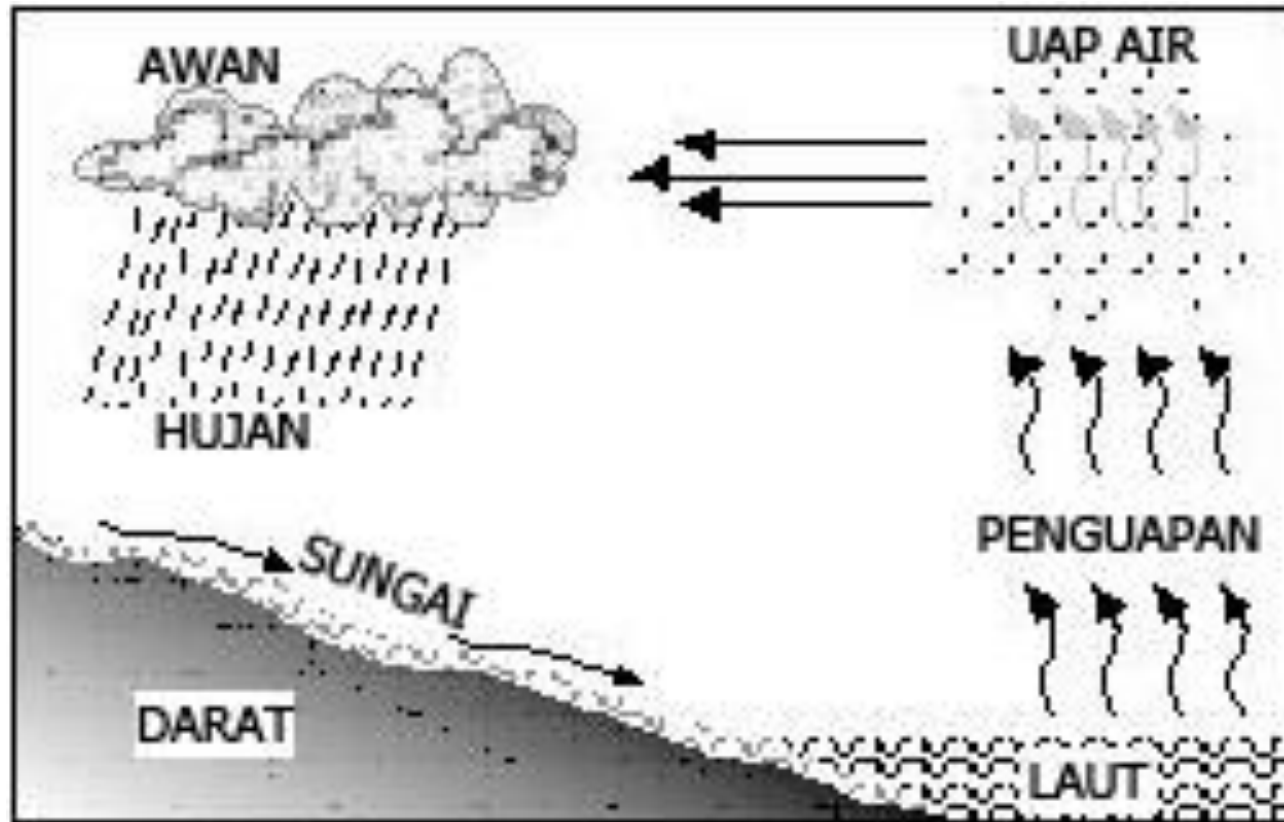


# SIKLUS HIDROLOGI

## B. Siklus Sedang

1. Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
2. Terjadi kondensasi
3. Uap bergerak oleh tiupan angin ke darat
4. Pembentukan awan
5. Turun hujan di permukaan daratan
6. Air mengalir di sungai menuju laut kembali

# SIKLUS HIDROLOGI

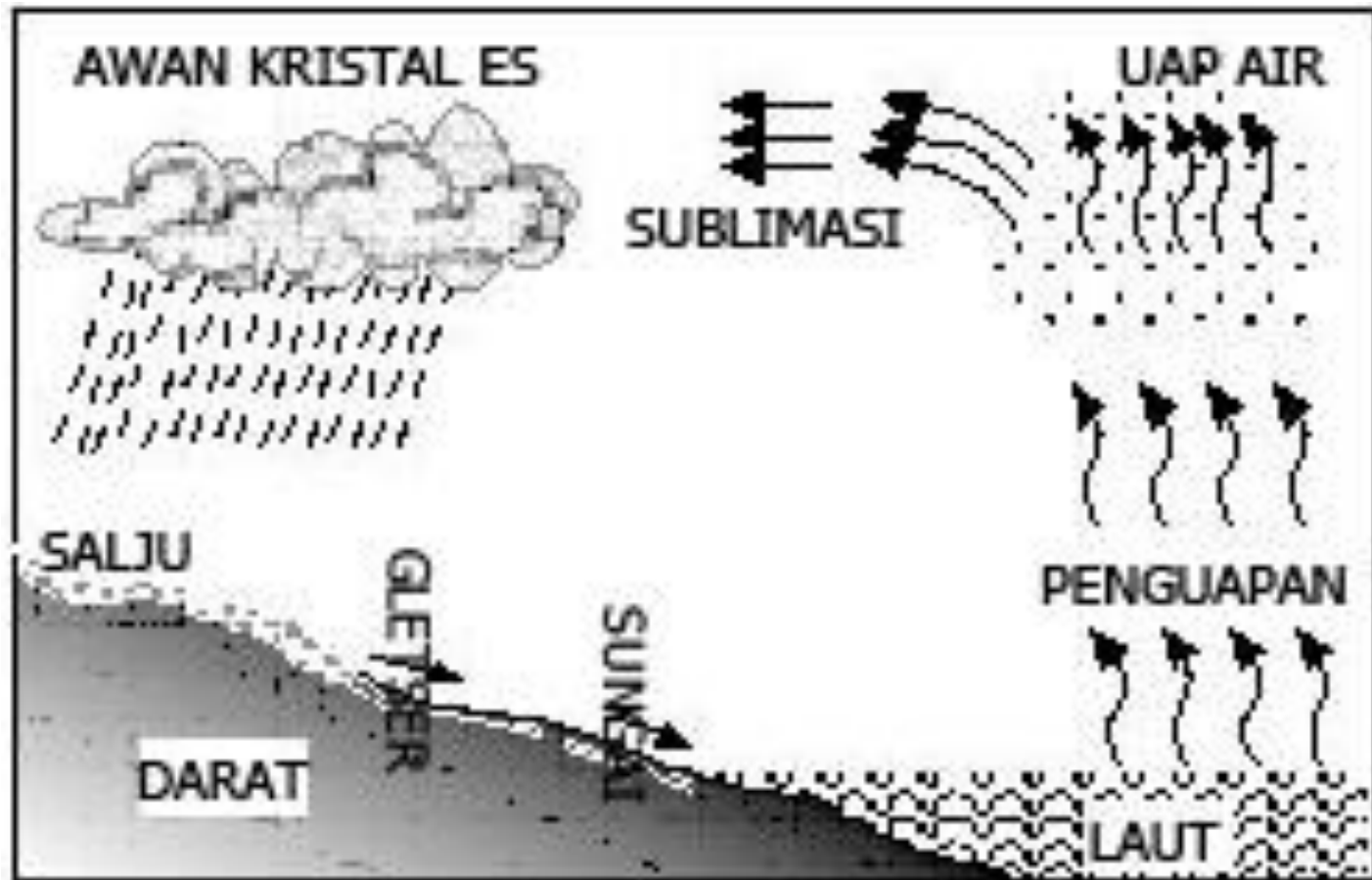


# SIKLUS HIDROLOGI

## C. Siklus Panjang / Siklus Besar

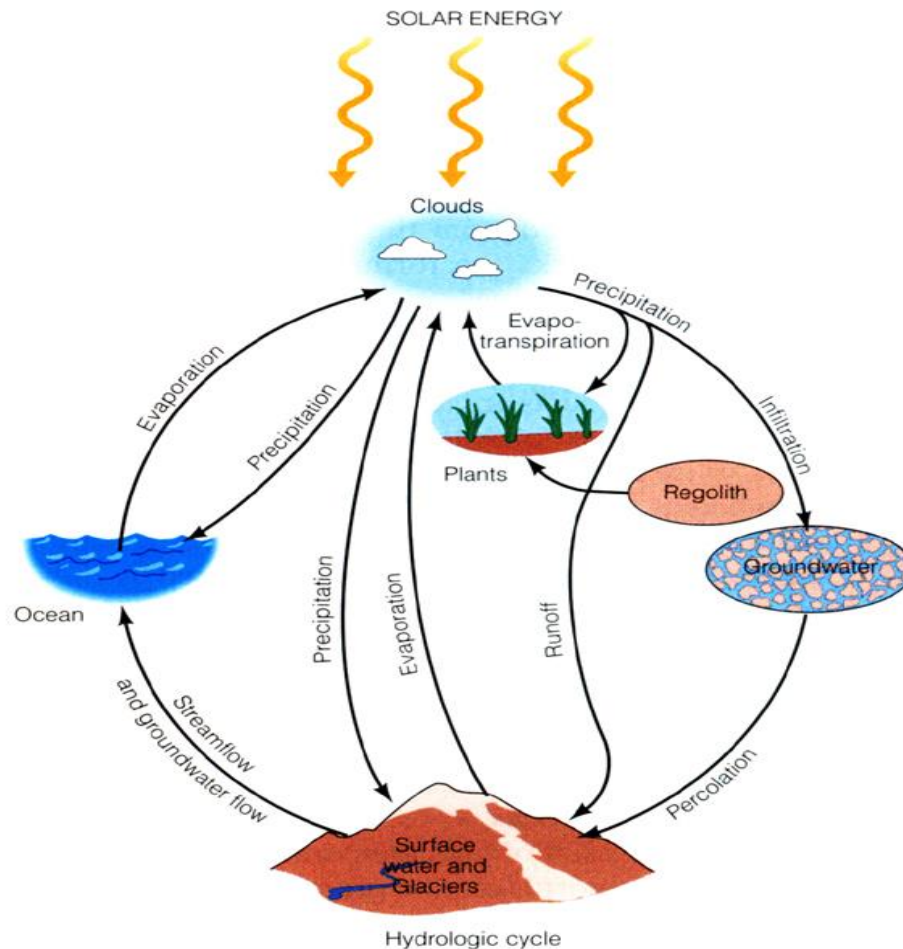
1. Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari
2. Uap air mengalami sublimasi
3. Pembentukan awan yang mengandung kristal es
4. Awan bergerak oleh tiupan angin ke darat
5. Pembentukan awan
6. Turun salju
7. Pembentukan gletser
8. Gletser mencair membentuk aliran sungai
9. Air mengalir di sungai menuju darat dan kemudian ke laut

# SIKLUS HIDROLOGI

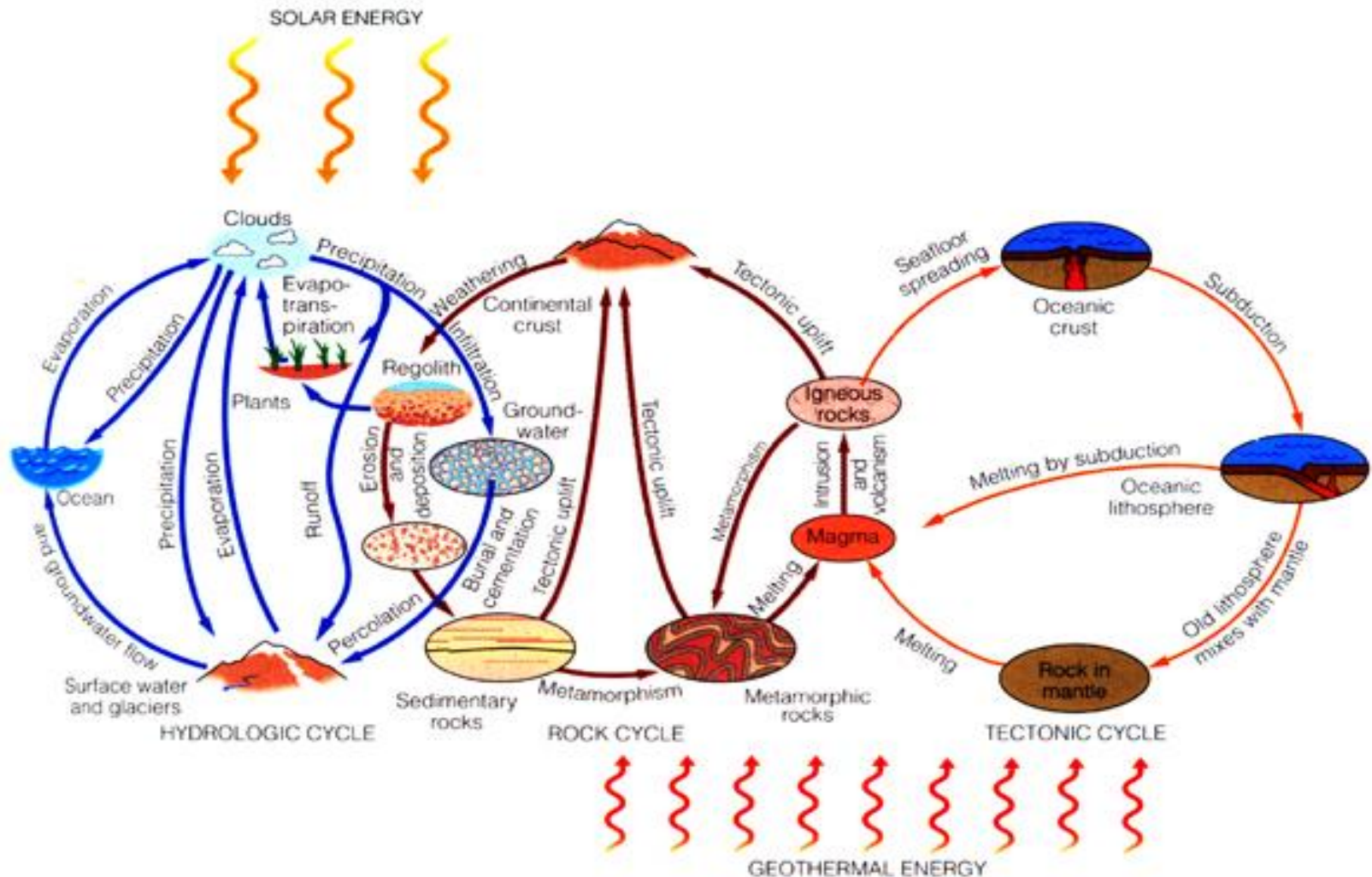


# SIKLUS HIDROLOGI

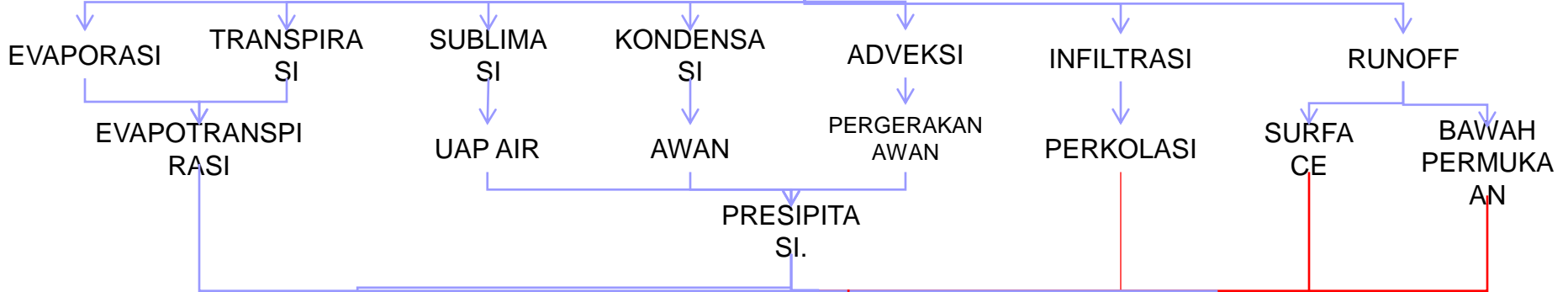
Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinyu.



# HUBUNGAN SIKLUS HIDROLOGI, SIKLUS BATUAN DAN SIKLUS TEKTONIK



# SIKLUS HIDROLOGI



## SIKLUS HIDROLOGI PENDEK

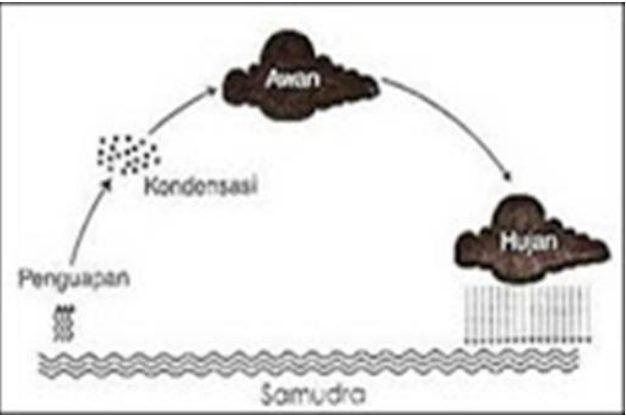
- EVAPORASI
- KONDENSASI
- AWAN
- HUJAN

## SIKLUS HIDROLOGI SEDANG

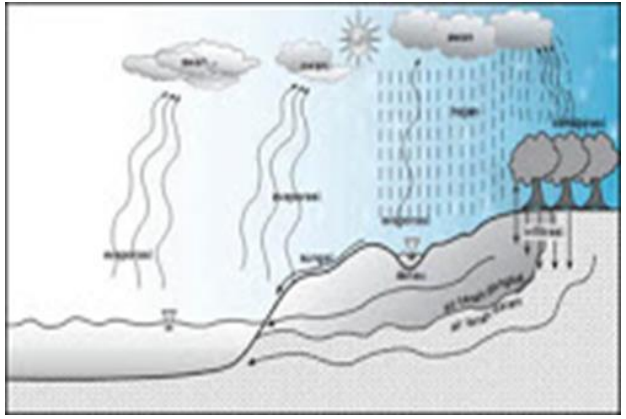
- EVAPORASI
- KONDENSASI
- AWAN
- HUJAN
- RUNOFF

## SIKLUS HIDROLOGI PANJANG

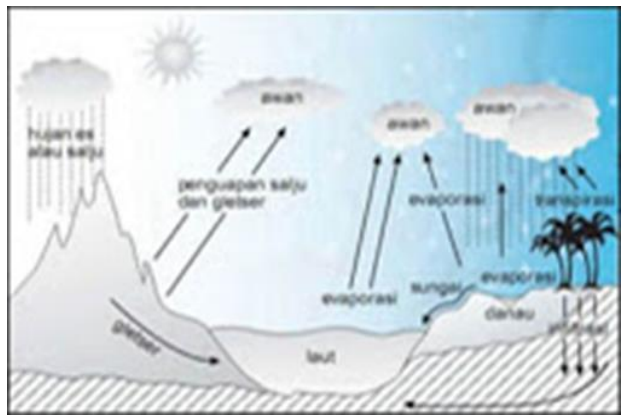
- EVAPORASI
- KONDENSASI
- AWAN
- HUJAN
- SALJU
- RUNOFF



**SIKLUS PENDEK**

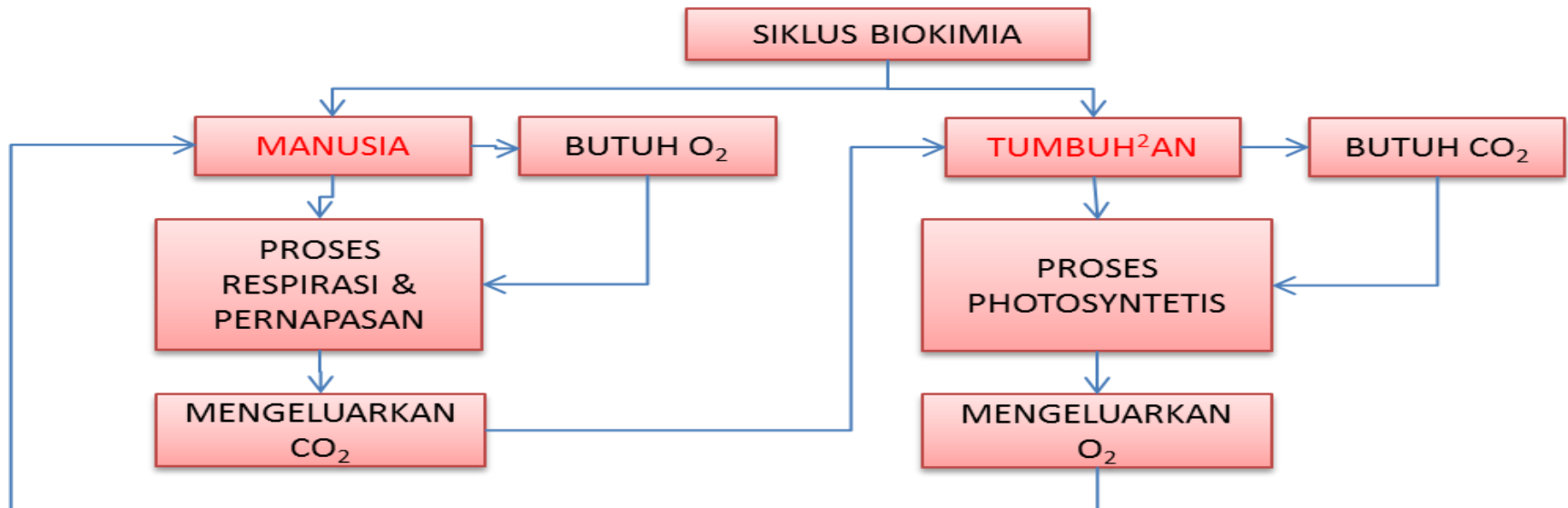
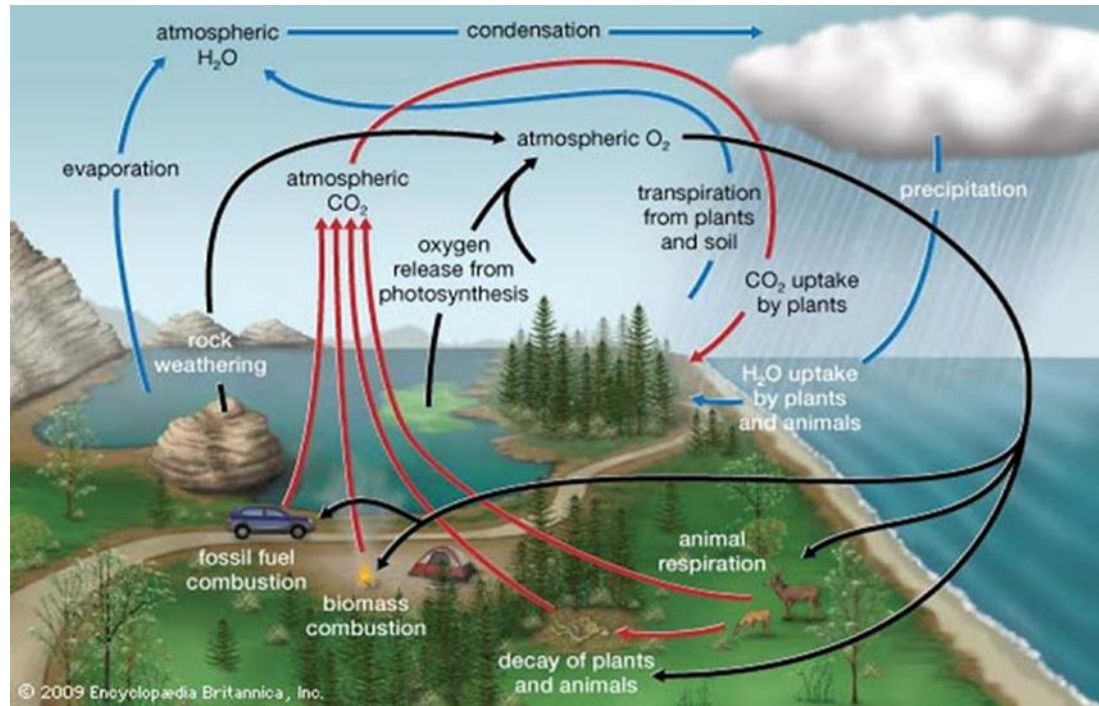


**SIKLUS SEDANG**



**SIKLUS PANJANG**

# SIKLUS BIOKIMIA





# Sungai

- Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai.

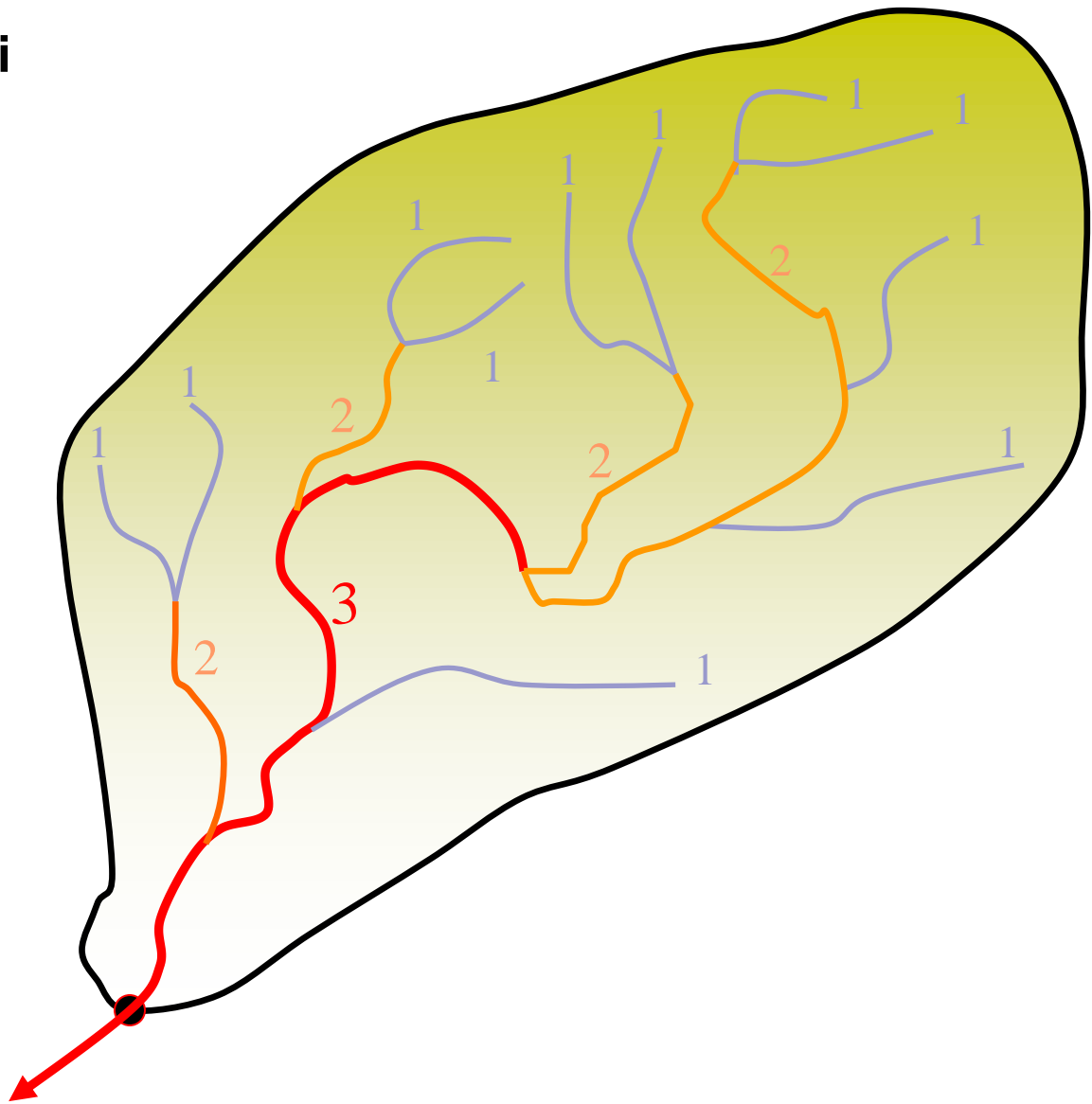
# Daerah Pengaliran

- Suatu daerah yang tertimpa hujan dan kemudian air hujan ini menuju sebuah sungai sehingga berperan sebagai sumber air sungai tersebut dinamakan daerah pengaliran sungai dan batas antara dua daerah pengaliran sungai yang berdampingan disebut batas daerah pengaliran -> dibatasi oleh punggung pegunungan.

# Sungai Utama & Anak Sungai

- Mulai dari mata airnya di bagian yang paling hulu di daerah pegunungan dalam perjalanannya ke hilir di daerah dataran, aliran sungai secara berangsur-angsur berpadu dengan banyak sungai lainnya, sehingga lambat laun tubuh sungai menjadi semakin besar.
- Kadang-kadang sungai yang bermuara di sebuah danau atau pantai di laut terdiri dari beberapa cabang. Apabila sungai semacam ini mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang paling penting, yakni **sungai yang daerah pengalirannya, panjangnya dan volume airnya paling besar** disebut **sungai utama** (main river), sedangkan cabang-cabang lainnya disebut **anak sungai** (tributary).
- Kadang-kadang sebelum alirannya berakhir di sebuah danau atau pantai laut, sungai membentuk beberapa buah cabang yang disebut cabang sungai (effluent).

# Tingkatan Sungai



# Sungai di Dunia


<b>Nama Sungai</b>	<b>Luas daerah aliran (x10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>)</b>	<b>Panjang (km)</b>	<b>Lebar rata-rata daerah aliran</b>
Amazon	7,050	6,200	1,140
Congo	3,690	4,200	880
Mississipi	3,221	6,020	535
La Plata	3,100	4,700	660
Obi	2,950	5,200	570
Nile	2,870	5,600	510
Yangtze	1,780	5,200	340
Buramaptra	1,730	3,000	580
Volga	1,400	3,600	390
St. Lauran	1,250	3,800	330

# Sungai di Jepang

<b>Nama Sungai</b>	<b>Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Panjang (km)</b>	<b>Lebar rata-rata daerah aliran</b>
Tone	16,840	322	52
Ishikari	14,330	268	53
Shinano	11,900	367	32
Kitakami	10,150	249	41
Kiso	9,100	227	40
Tokachi	8,400	156	54
Yodo	8,240	144	57
Agano	7,710	210	37
Mogami	7,040	229	34
Teshio	5,590	256	22

# Sungai di Indonesia

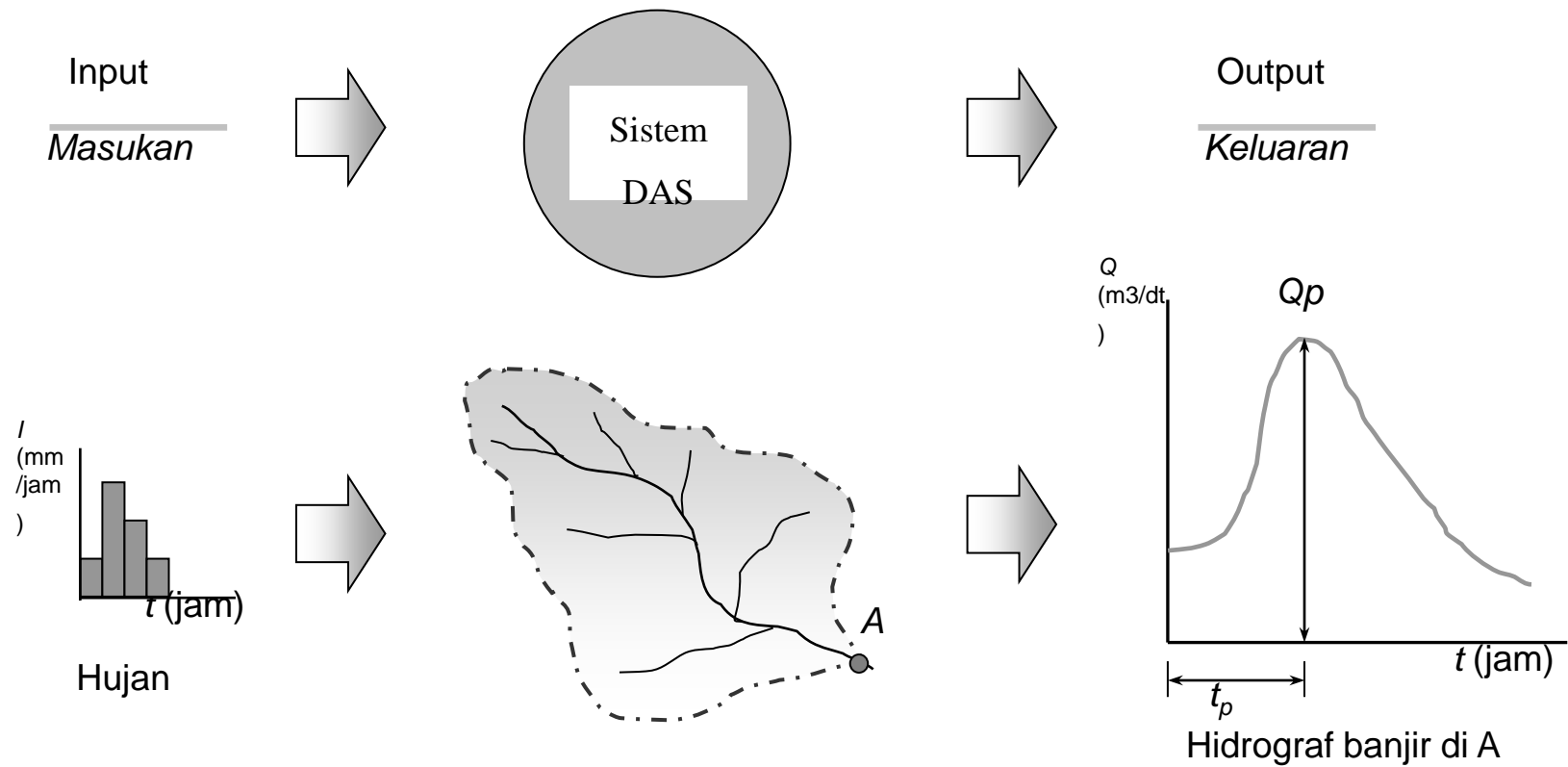
Pulau	Nama Sungai	Luas daerah aliran (km <sup>2</sup> )	Panjang (km)
Jawa	Citarum	5,969	250
	Bengawan Solo	16,000	350
	Brantas	12,000	320
	Cimanuk	9,650	182
	Ciasem	691	68
	Asahan	6,000	100
Sumatera	Kampar	31,000	285
	Batanghari	42,446	635
	Musi	55,584	553
	Seputih	7,289	275
	Barito	23,100	900
Kalimantan	Kapuas Besar	-	1,143
	Mahakam	-	775
	Rarona	2,300	75
Sulawesi	Waranae	3,190	-
	Sadang	1,080	175


- 
- Pada dasarnya, analisis hidrologi untuk menentukan besarnya **debit banjir rancangan** dan **debit andalan** tersebut merupakan pemahaman kuantitatif terhadap proses yang terjadi pada DAS yang ditinjau.
  - Dalam hal ini yang diinginkan adalah nilai aliran debit maksimum atau debit andalan yang dapat ditelusuri berdasarkan pemahaman hubungan kuantitatif antara beberapa faktor penyebab terjadinya aliran dengan besarnya aliran sungai tersebut.



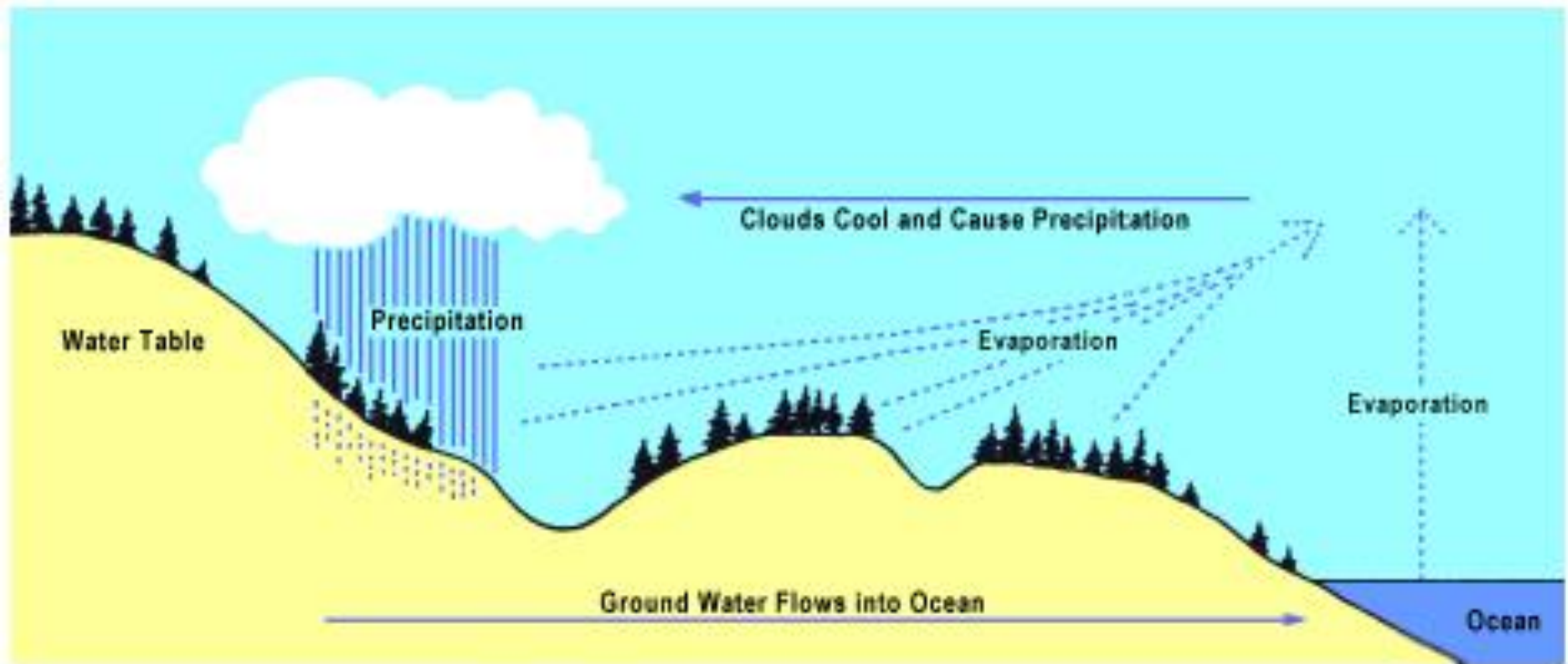
- Dalam konteks hidrologi dapat dinyatakan bahwa upaya tersebut merupakan pemahaman terhadap proses pengalihragaman (*transformasi*) dari satu set masukan menjadi satu set keluaran pada suatu sistem hidrologi, yaitu sistem DAS.
- Masukan dalam pengertian ini dapat berupa hujan, sedangkan keluaran adalah aliran sungai yang terjadi pada DAS dengan berbagai karakteristik fisiknya membentuk sistem DAS yang dapat memberikan hubungan spesifik antara hujan dan aliran.
- Umumnya keluaran sistem DAS tersebut dinyatakan dalam bentuk hidrograf, yaitu grafik hubungan antara waktu dan debit aliran. Konsep ini secara skematis ditunjukkan pada Gambar di bawah ini.

# Skema sistem daerah aliran sungai



- 
- Konsep dasar untuk dapat memahami masalah aliran sungai, akan selalu berangkat dari pengertian daur hidrologi, yaitu penjelasan tentang berbagai proses hidrologi yang umum berlaku pada suatu sistem DAS.
  - Secara skematis daur hidrologi dilukiskan seperti pada Gambar di bawah.

# Daur Hidrologi



# Daur Hidrologi

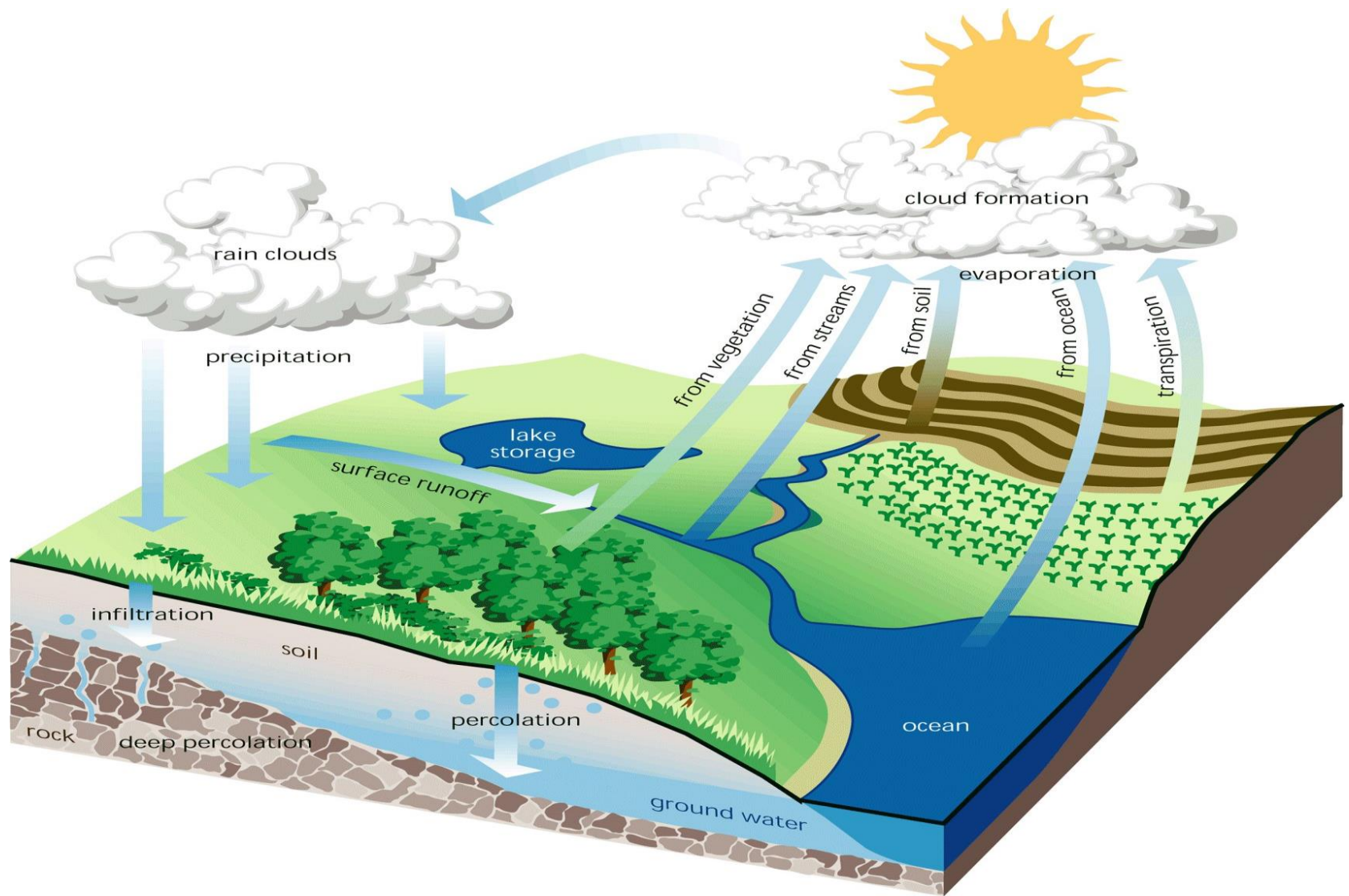


Fig. 2.2 -- The hydrologic cycle. The transfer of water from precipitation to surface water and ground water, to storage and runoff, and eventually back to the atmosphere is an ongoing cycle. In Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices (10/98). Interagency Stream Restoration Working Group (15 federal agencies)(FISRWG).

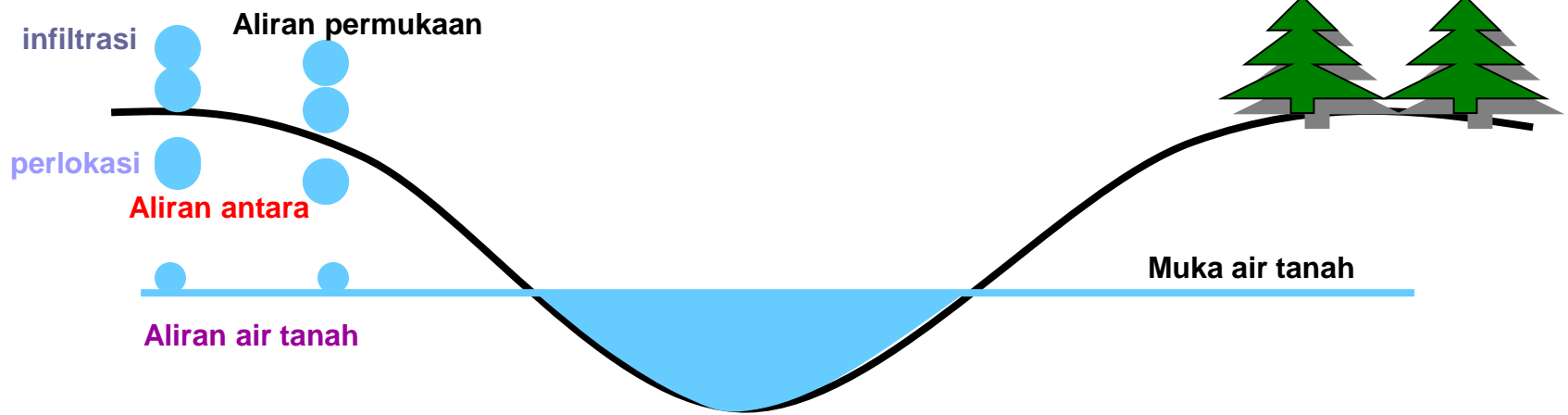
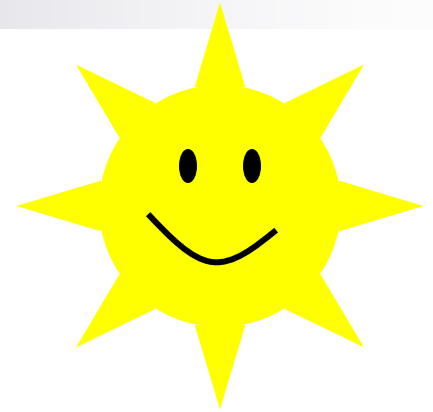
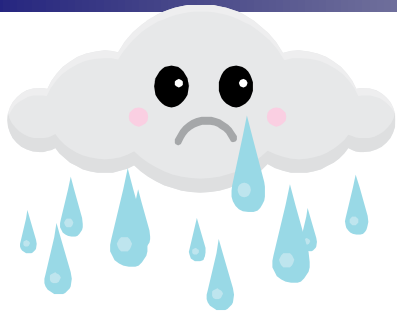
Penjelasan lebih lanjut mengenai daur hidrologi adalah sebagai berikut.

- Sumber tenaga atau energi untuk dapat terjadinya penguapan adalah panas matahari. Dengan adanya tenaga tersebut dapat terjadi penguapan, baik dari permukaan tanah, dari permukaan tumbuhan dan penguapan dari tubuh air.
- Umumnya dibedakan dengan istilah evaporasi yaitu penguapan dari permukaan air dan transpirasi yaitu penguapan dari permukaan tumbuhan.
- Air yang diuapkan ini dapat membentuk awan yang jika kondisi klimatologinya memungkinkan akan dapat terjadi hujan. Air hujan ini sebagian ada yang diuapkan kembali sebelum mencapai permukaan tanah, dan sebagian akan jatuh ke permukaan tanah yang kita kenal dengan pengertian hujan yang dapat diukur dengan alat penakar hujan.


- Air hujan di permukaan tanah akan terinfiltrasi dan apabila jumlahnya cukup besar akan dapat menyebabkan terjadinya limpasan permukaan. Sebelum sejumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah akan menjadi limpasan, terjadi peristiwa intersepsi, penguapan dan pengisian cekungan (*depression storage*).
- Bagian air yang menjadi limpasan permukaan (*surface runoff*) akan terkumpul pada saluran-saluran kecil yang selanjutnya akan masuk ke sungai sebagai bagian dari debit aliran sungai. Air yang tertampung di cekungan akhirnya akan menguap dan terinfiltrasi. Limpasan permukaan akan terkumpul di saluran-saluran kecil kemudian mengalir ke sungai dan akhirnya menuju laut.

- Air yang masuk ke tanah melalui infiltrasi akan mengalami berbagai proses. Sebagian akan langsung diuapkan jika transfer dari dalam tanah ke permukaan memungkinkan. Oleh tanaman, air yang terinfiltrasi dapat pula ditransfer ke atmosfer melalui proses transpirasi.
- Sisa air infiltrasi akan mengisi kekurangan lengas tanah dan jika jumlahnya cukup besar akan dapat memberikan masukan ke tampungan air tanah dan sebagian dapat mengalir secara mendatar yang disebut dengan aliran antara (*interflow*). Laju aliran pada tampungan air tanah akan menyebabkan terjadinya aliran dasar (*base flow*).





- Dari pengertian tentang daur hidrologi tersebut dapat diketahui bahwa aliran yang terukur di sungai terdiri dari unsur-unsur aliran berikut:
  - limpasan permukaan,
  - aliran antara (*interflow*),
  - aliran dasar (*base flow*),
  - curah hujan yang jatuh pada sungai (*channel rainfall*).
- Terlihat dari penjelasan tersebut bahwa daur hidrologi merupakan konsep yang sederhana, namun pada kenyataannya di alam terjadi hal-hal yang sangat kompleks. Aliran yang terjadi di sungai dapat didekati dengan penelusuran dari elemen-elemen alirannya yaitu aliran permukaan, aliran antara dan aliran dasar.

- 
- Dalam konteks analisis debit banjir ekstrim atau debit banjir maksimum, maka dapat dilakukan pendekatan praktis dengan memisahkan bagian air yang terinfiltrasi dan yang menjadi limpasan atau runoff. Pendekatan ini ditetapkan dalam penggunaan metode rasional untuk menghitung debit maksimum. Penjelasan lebih rinci tentang cara tersebut dapat dilihat pada uraian di bab selanjutnya.

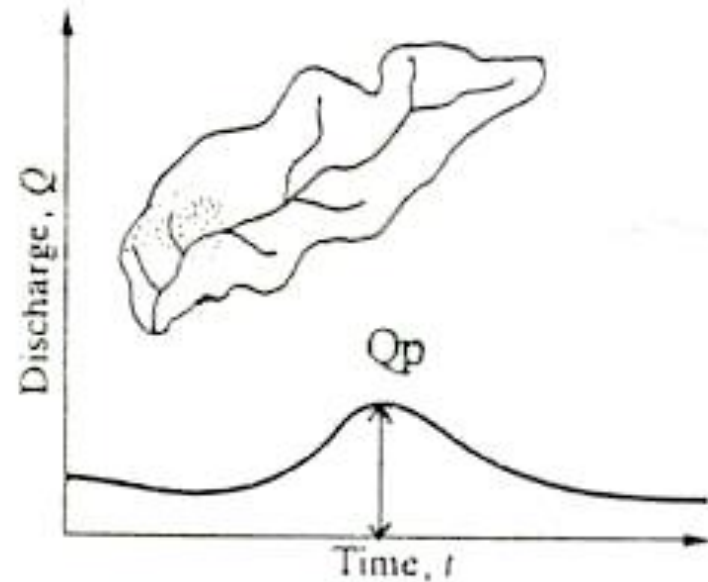
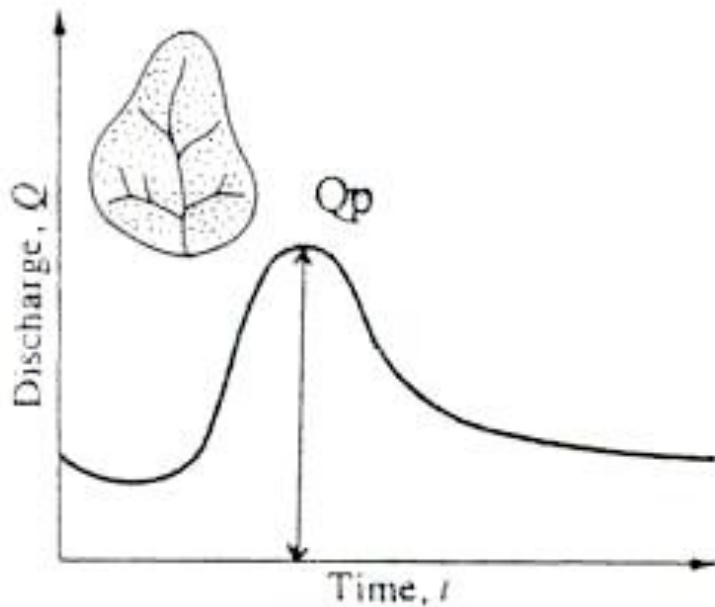
# Hubungan antara Hujan, Parameter DAS dan Aliran

- Dengan konsep dasar seperti diuraikan di atas, dapat difahami bahwa peristiwa banjir atau aliran besar pada sungai pada umumnya akan terkait dengan peristiwa hujan dan parameter DAS. Fenomena penting yang harus dipahami dengan benar adalah bagaimana proses terjadinya pengalihragaman hujan yang jatuh pada suatu DAS tertentu menjadi aliran di alur sungai. Proses ini akan sangat tergantung dari sifat hujan dan karakteristik parameter DAS. Pengaruh parameter fisik DAS terhadap karakteristik aliran dijelaskan sebagai berikut ini.

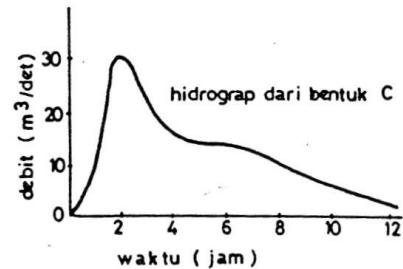
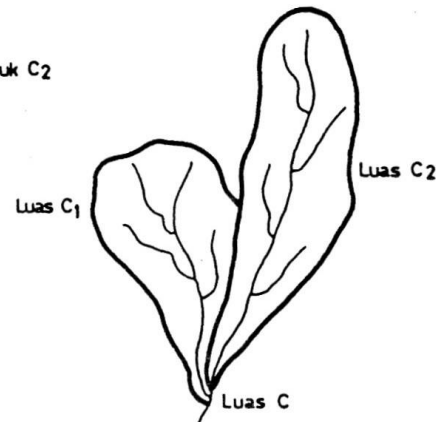
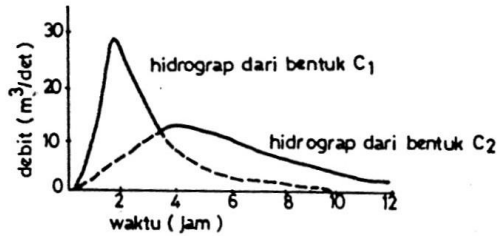
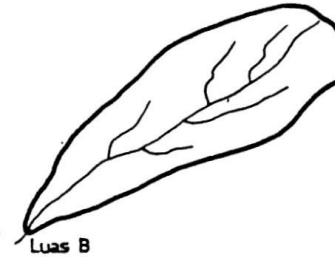
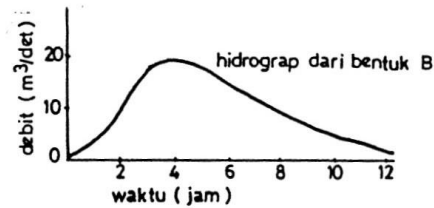
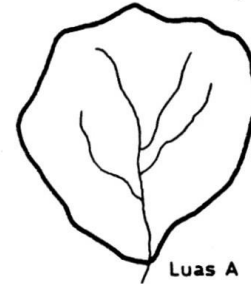
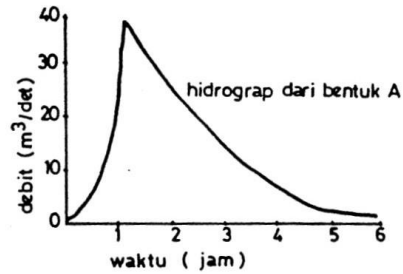
# 1. Bentuk DAS

- DAS yang mempunyai bentuk lebar akan menunjukkan ciri debit aliran puncak lebih besar daripada debit aliran puncak pada DAS yang memanjang. Pada DAS yang berbentuk memanjang, waktu untuk terjadinya akumulasi aliran penuh akibat curah hujan akan lebih lama, sehingga bentuk hidrograf cenderung akan lebih landai dengan waktu terjadinya debit puncak lebih besar.

# Pengaruh bentuk DAS terhadap debit puncak



# Pengaruh bentuk DAS terhadap bentuk hidrograf



## 2. Luas DAS

- Debit puncak untuk setiap satuan DAS akan lebih besar pada DAS dengan luas kecil. Hal ini dapat disebabkan faktor losses dan reduksi yang umumnya lebih besar pada DAS yang luas. Misal akibat adanya danau atau rawa.

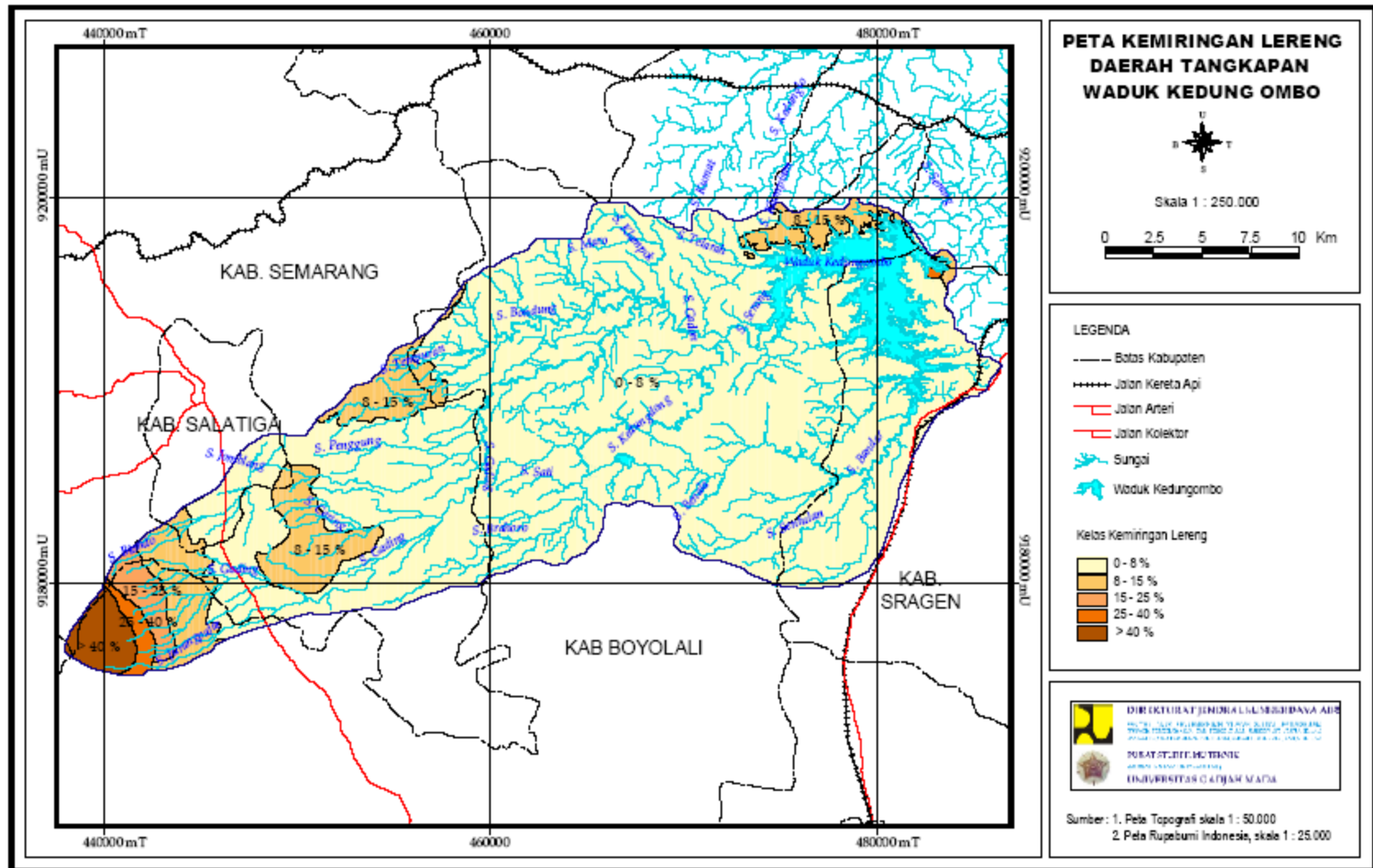


# 3. Topografi

- Pada DAS dengan kemiringan tanah dan alur sungai yang besar akan menunjukkan ciri debit puncak yang besar. Hal ini disebabkan proses pengatusan aliran permukaan yang lebih cepat akibat kemiringan yang besar tersebut.



# Peta Kemiringan Lereng

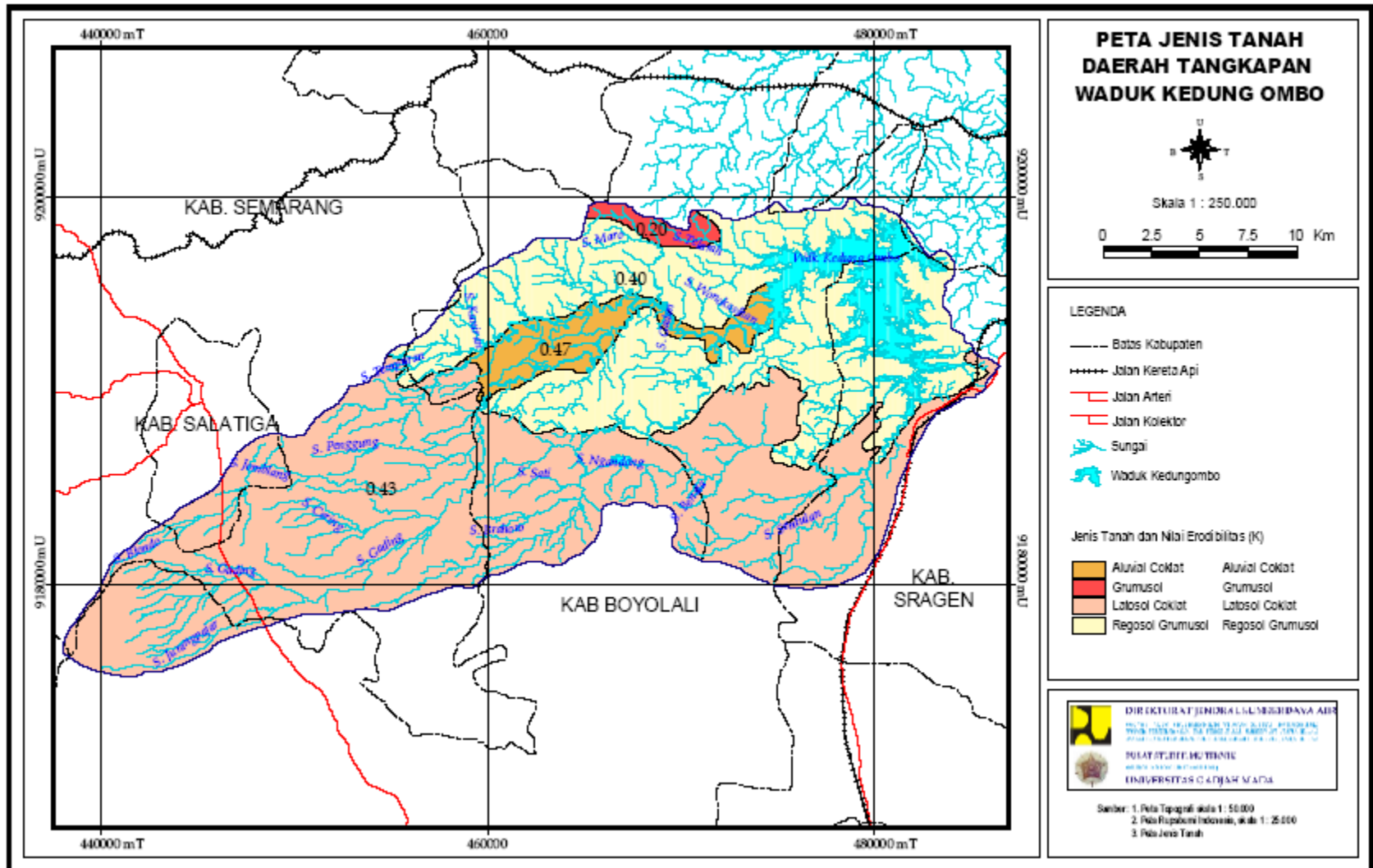


# 4. Geologi

- Pengaruh faktor geologi pada DAS terutama menyangkut besarnya laju infiltrasi dan evaporasi. Pada DAS dengan kondisi geologi yang menunjukkan sifat tanah yang rapat, nilai infiltrasi akan kecil, sehingga pada waktu terjadi hujan akan menyebabkan adanya aliran permukaan yang besar. Sebaliknya pada DAS dimana struktur tanah dan batuanannya mempunyai sifat permeabilitas yang besar, jumlah air hujan yang terinfiltrasi akan cukup besar sehingga akan mengurangi potensi aliran permukaan yang terjadi akibat hujan.



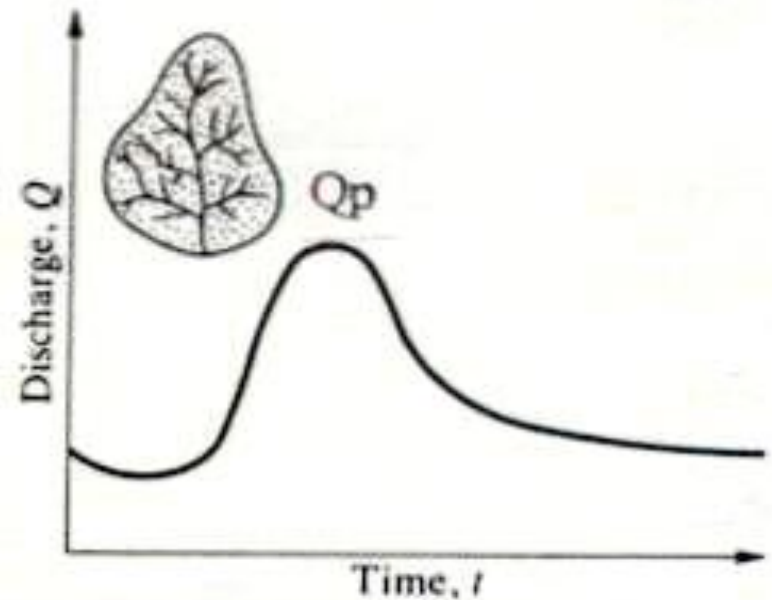
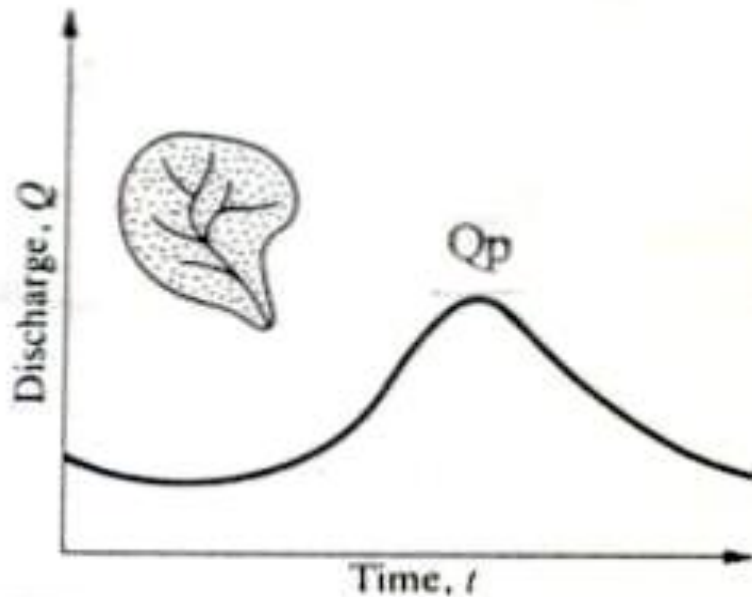
# Peta Jenis Tanah



# 5. Kerapatan jaringan kuras

- 5. Kerapatan jaringan kuras
- Kerapatan jaringan kuras dinyatakan dengan **panjang alur sungai per satuan luas DAS**. DAS yang mempunyai banyak anak sungai, berarti kerapatan jaringan kurasnya besar dan proses pengatusan lebih cepat, sebab air limpasan permukaan segera akan tertampung pada alur-alur sungai. Dengan demikian debit aliran puncaknya akan lebih besar dibanding debit aliran puncak yang terjadi pada DAS dengan kerapatan jaringan kuras kecil dan waktu untuk mencapai debit puncak lebih cepat. Ilustrasi pengaruh kerapatan jaringan kuras terhadap debit puncak ditunjukkan pada Gambar di bawah.

## 5. Pengaruh kerapatan jaringan kuras terhadap debit puncak



## 6. Tataguna lahan

- Faktor tataguna lahan pada DAS memberikan pengaruh cukup dominan. Macam penggunaan lahan akan sangat menentukan besarnya losses akibat infiltrasi dan besarnya koefisien limpasan permukaan. Perubahan tataguna lahan dapat menyebabkan perubahan nilai koefisien limpasan permukaan (koefisien aliran) dan kerapatan jaringan kuras. Sebagai contoh pada DAS yang semula sebagian besar berupa hutan dan persawahan, kemudian berubah menjadi lahan pemukiman, akan menunjukkan ciri perubahan debit puncak aliran banjir menjadi meningkat.



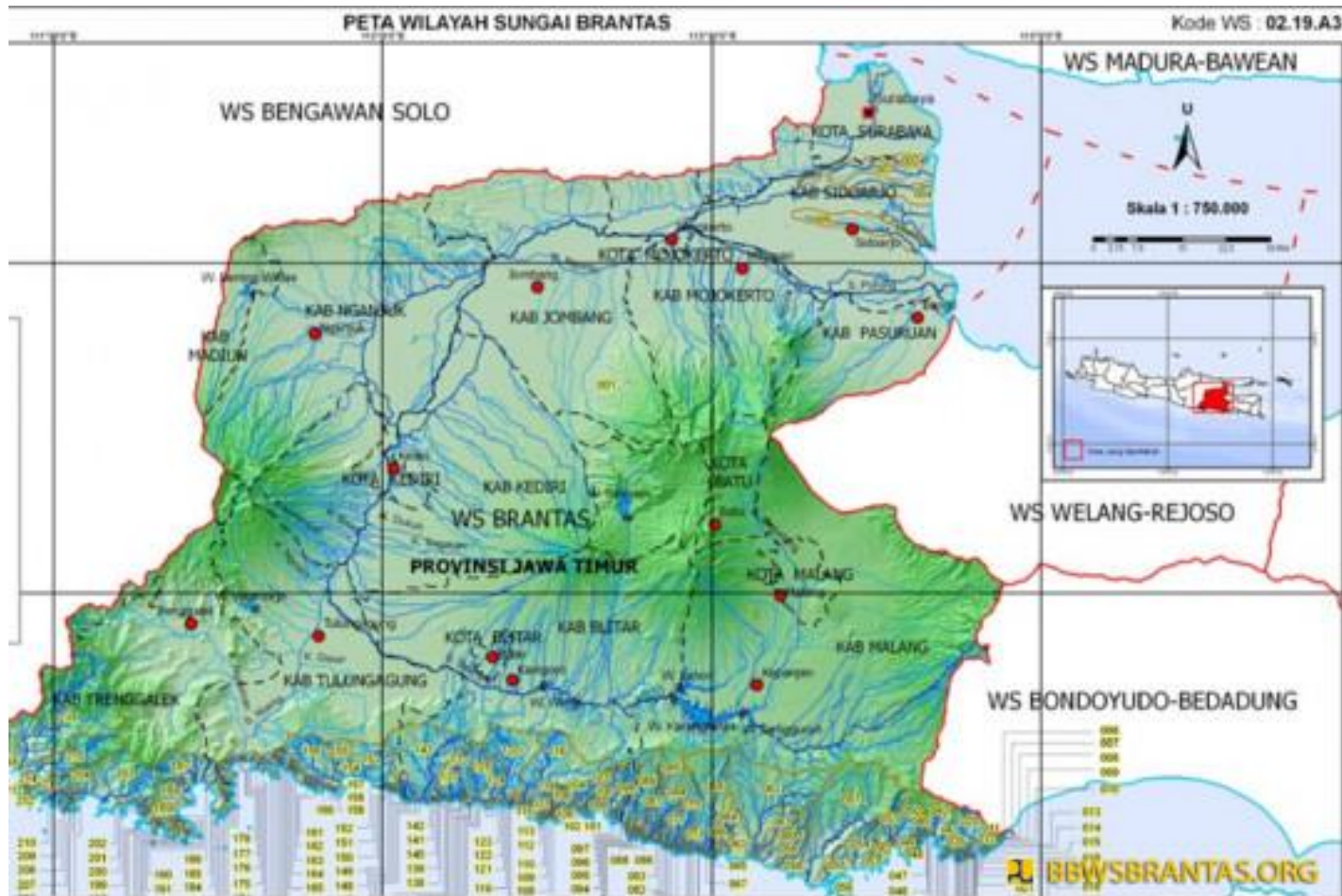


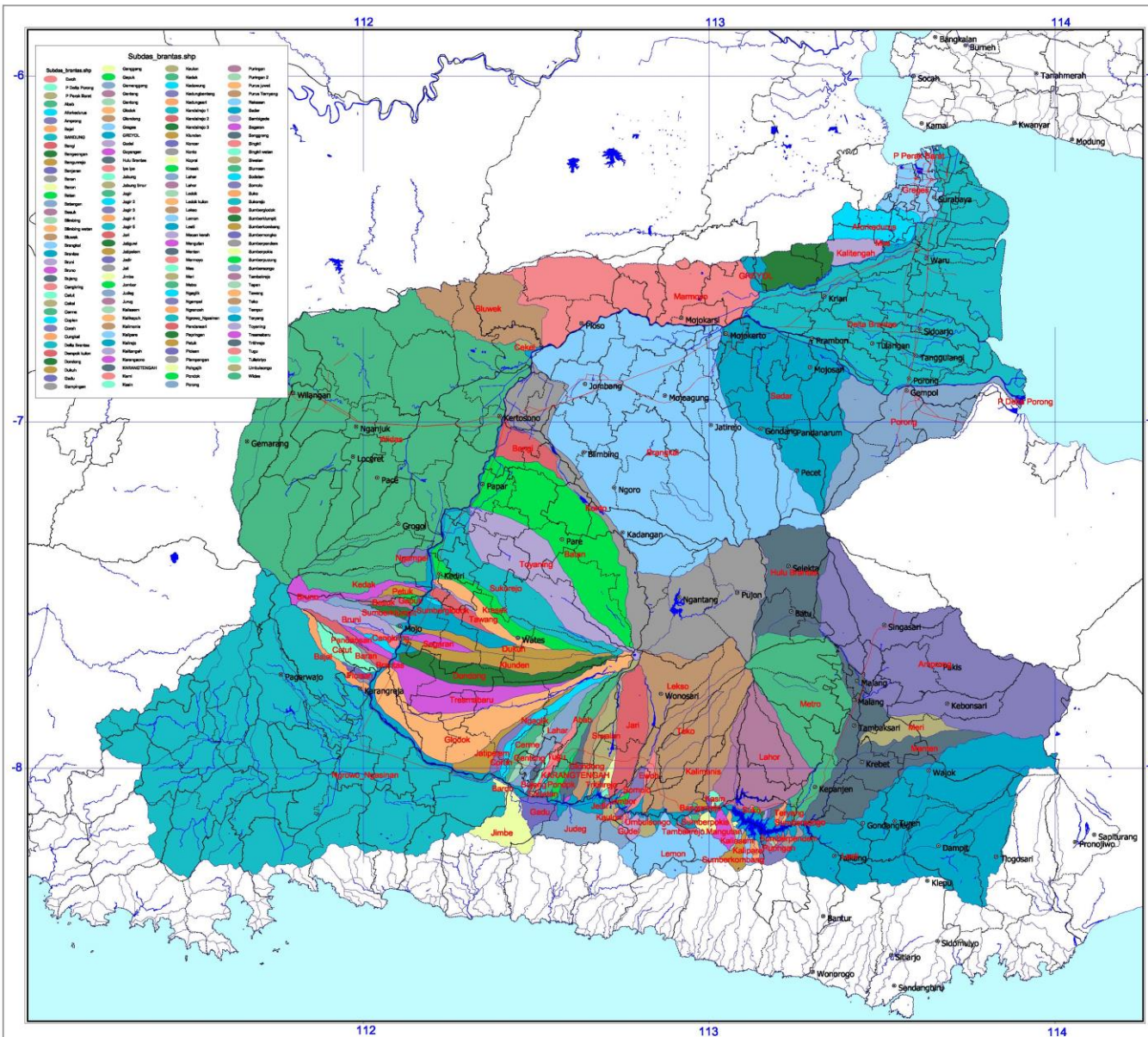
# Peta Penggunaan Lahan

# PETA WILAYAH SUNGAI DI PROVINSI JAWA TIMUR




# Cakupan Pengelolaan SDA Wilayah Sungai Brantas






## PETA SUB DAS SWP BRANTAS

Dibuat Dalam Rangka Kegiatan SIPDAS Tahun 2016



Skala  
1 : 300.000



Sistem Proyeksi : Transverse Mercator  
 Sistem Grd : Grd Geograph  
 Datum : WGS 1984  
 Zone : 49 S

- LEGENDA :**
- ⊙ Kota
  - Batas Kabupaten
  - Batas Kecamatan
  - Jalan Raya
  - Danau
  - Batas Perairan atau Sungai



**Sumber :**

1. Peta Rupabumi Indonesia skala 1 : 25.000 BAKOSURTANAL, Edisi Tahun 2000
2. Peta Batas DAS Wilayah Kerja BPDAS Brantas Berdasarkan Instruksi Menteri No.INS.3/Minhut-II/2008 dengan Lampiran Surat Edaran No. SE.02V-SET/2009, Tentang Penetapan Wilayah Kerja BPDAS
3. Citra SRTM Resolusi 90 m wilayah Prov. Jawa Timur
4. Peta Bathimetri wilayah Prov. Jawa Timur