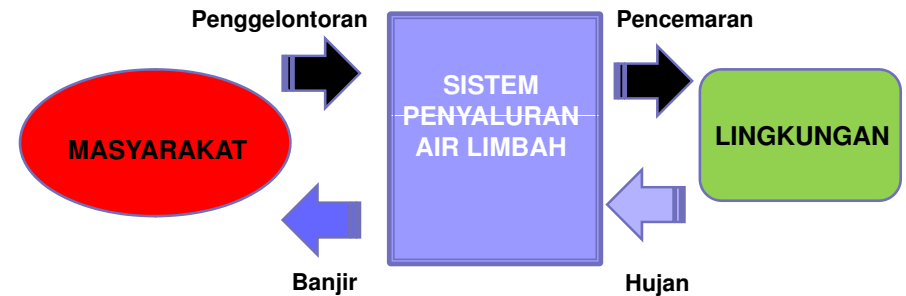




# SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DAN DRAINASE

TL 4001 Rekayasa Lingkungan 2009  
Program Studi Teknik Lingkungan ITB

## Daerah Urban / Perkotaan



## Pendahuluan

- Sekitar 80% air minum yang digunakan oleh manusia dibuang atau menjadi air limbah
- Air limbah ini mengandung kotoran manusia, bahan sisa pencucian barang dan sebagainya.
- Kualitas air limbah tidak memadai untuk langsung dibuang ke lingkungan, oleh karena itu harus dikumpulkan dan dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

## Daerah Urban / Perkotaan

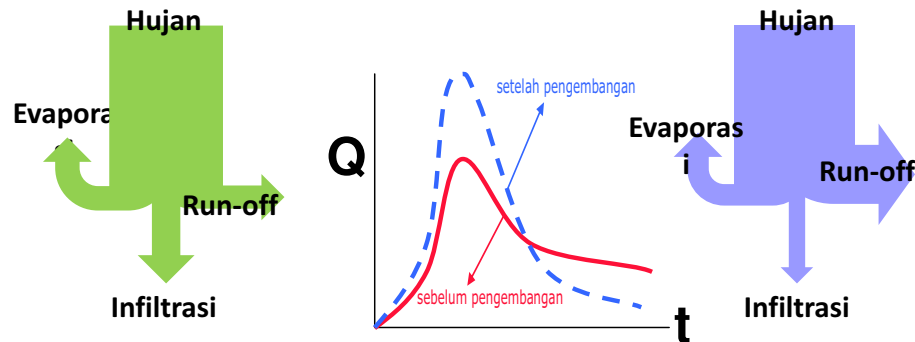
- Interaksi aktivitas manusia dengan siklus hidrologi alamiah
- Gangguan :
  - Pengambilan air → wastewater
  - Penutupan tanah dengan permukaan yang kedap air → stormwater → sistem drainase



BEFORE DEVELOPMENT



AFTER DEVELOPMENT



## Pendahuluan...(2)

- Air hujan yang jatuh sebagian masuk ke dalam tanah dan yang lainnya mengalir dipermukaan tanah (*surface runoff*)
- **Surface runoff** dapat langsung masuk ke sungai atau danau, tetapi dapat juga terperangkap di tempat tertentu sehingga dapat menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk atau serangga lain yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Oleh karena itu diperlukan sistem pengumpul air hujan untuk mengalirkan ke tempat yang sesuai.

## Keadaan di Indonesia

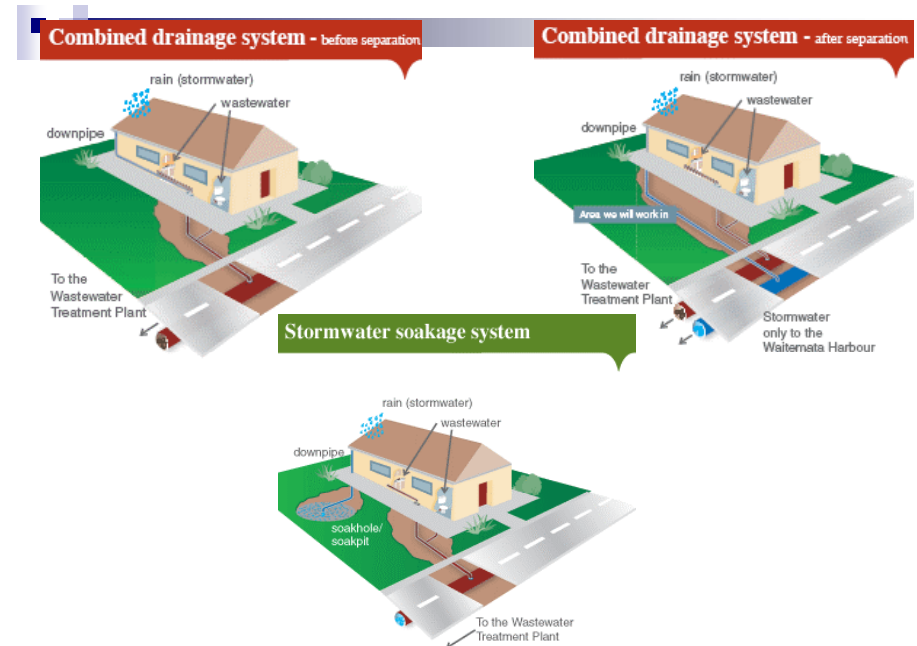
- Di Indonesia hanya sebagian penduduk dilayani oleh sistem pengumpul air limbah. Untuk melayani seluruh penduduk harus dibangun sistem dengan biaya yang sangat mahal.
- Kota yang memiliki sistem pengumpul adalah: Bandung, Medan, Cirebon, Surakarta, Yogya, dan Jakarta
- Kota lainnya menggunakan sistem individu : septic tank yang dapat mencemari lingkungan
- Sistem pengumpul air hujan biasanya dibangun bersamaan pembangunan jalan
- Sampai saat ini masih banyak Kota menangani drainase dengan paradigma lama yaitu mengalirkan air hujan yang berupa limpasan (*run-off*) secepat-cepatnya ke penerima air/badan air terdekat.
- Penanganan masih bersifat teknis belum mempertimbangkan faktor lingkungan, sosial-ekonomi dan budaya, serta kesehatan lingkungan.
- Kedua sistem memerlukan biaya pemeliharaan yang besar

## Sistem Penyaluran (Pembuangan) Air Limbah

- Ada 2 (dua) tipe sistem penyaluran (pembuangan) air limbah:
  - Sistem Terpisah
    - ❖ Sistem Penyaluran Air Limbah
    - ❖ Sistem Penyaluran Air Hujan
  - Sistem Gabungan

## Pendahuluan...(3)

- **Sistem penyaluran air limbah** : menyalurkan air limbah dari perumahan dan fasilitas umum, ada juga yang digabung dengan air limbah industri
- **Sistem drainase** membawa air limpasan dari hujan yang jatuh di atap gedung, jalan, dan permukaan lainnya.
- **Sistem gabungan** membawa kedua jenis air tersebut dalam satu sistem



Sumber : [deltrac.org/stormwater/image](http://deltrac.org/stormwater/image) (diakses Tanggal 26 Februari 2009)

## Pemilihan Sistem

- Alasan utama penggunaan sistem terpisah :
  - Air limbah biasanya dialirkan ke instalasi pengolahan air limbah untuk diperbaiki kualitasnya sebelum dibuang ke sungai/laut
  - Umumnya direncanakan untuk melayani aliran maksimum
  - Jika hujan turun, sistem gabungan akan menerima aliran 50x aliran normal
  - Hal ini berarti instalasi pengolahan harus direncanakan dengan ukuran yang berlebihan atau air limbah akan meluap dari sistemnya dan masuk ke sungai/kali

## Sistem Terpisah



Sumber : [www.ci.springfield.or.us](http://www.ci.springfield.or.us) (diakses Tanggal 26 Februari 2009)

## Pengelolaan Limbah Domestik

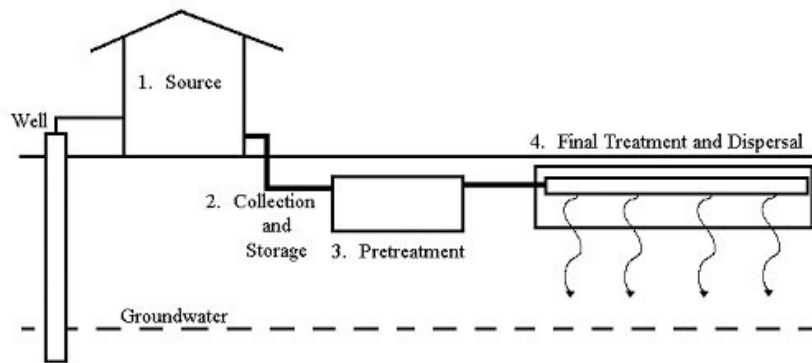
- Dalam pengelolaan limbah domestik dikenal sistem pengolahan terpusat (*off site sanitation*) dan sistem pengolahan setempat (*on site sanitation*)
- **Sistem off site** : sistem dimana air limbah disalurkan melalui sewer (saluran pengumpul air limbah) lalu kemudian masuk ke instalasi pengolahan terpusat menggunakan salah satu dari jenis pengolahan yang telah diterangkan sebelumnya
- **Sistem on site** : sistem dimana penghasil limbah mengolah air limbahnya secara individu, misalkan dengan menggunakan tangki septik

## Penempatan Pengolahan Air Limbah

1. Pengolahan sistem terpusat (off site)
2. Pengolahan sistem di tempat ( on site)



## Komponen On-site Sanitation



Components of an onsite wastewater treatment system.

## Sanitasi Setempat

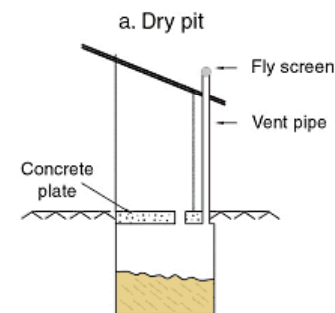


Figure 7: Ventilated Pit Latrine

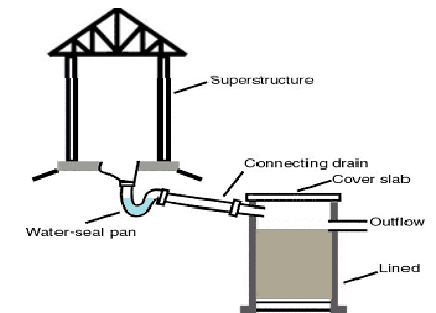
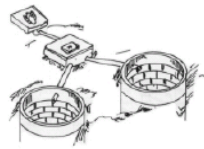
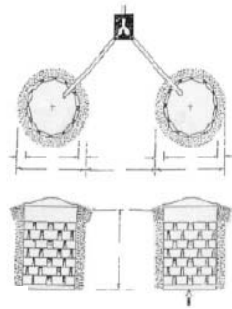


Figure 9: Pour flush latrine pan.

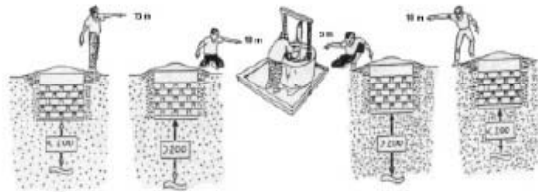
## Cubluk Kembar



Gambar 3. Konstruksi Kakus



Gambar 4. Pengisian Bahan Proses

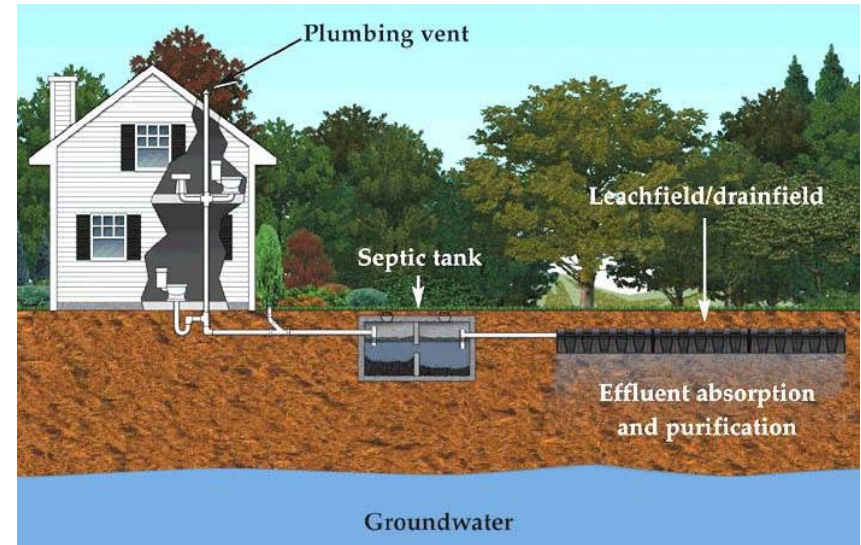


POROUS

PADAT

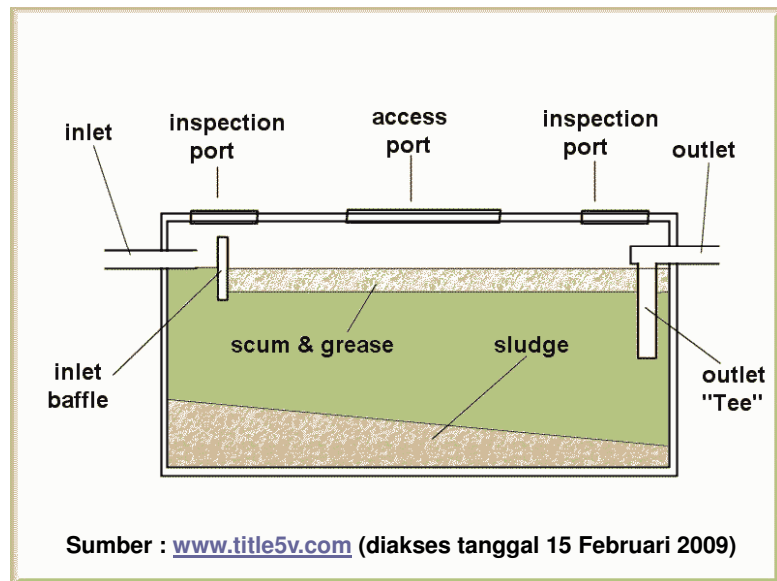
Jarak Sumber Air dan Kakus

## Komponen On-site Sanitation...(2)



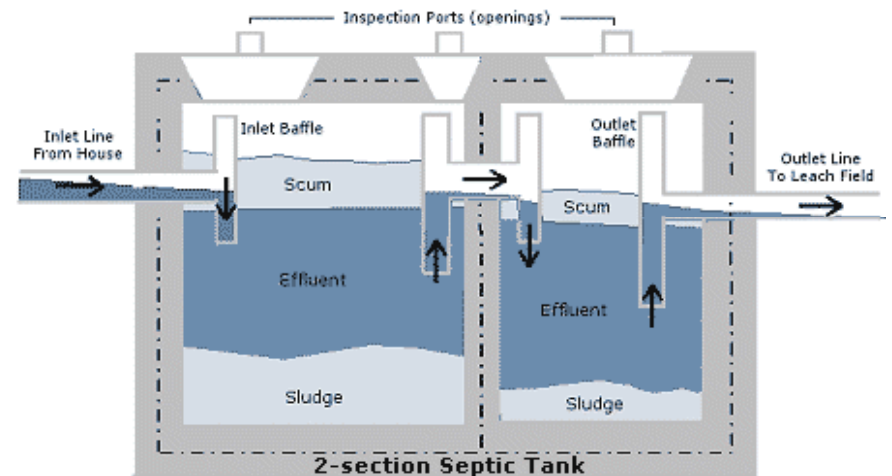
Sumber : [www.abeeseptic.com](http://www.abeeseptic.com) (diakses tanggal 15 Februari 2009)

## One-Compartment Septic Tank



Sumber : [www.title5v.com](http://www.title5v.com) (diakses tanggal 15 Februari 2009)

## Two-Compartment Septic Tank



Sumber : [www.abeeseptic.com](http://www.abeeseptic.com) (diakses tanggal 15 Februari 2009)



## Bidang resapan

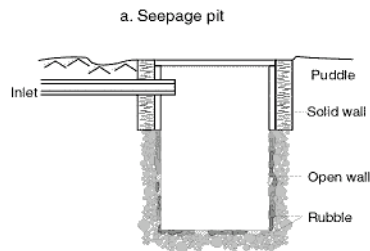


Figure 11: Leach pit (Seepage pit)

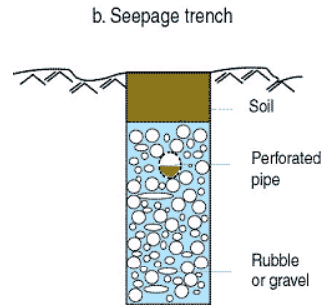


Figure 12: Leach trench for disposal of septic tank effluent

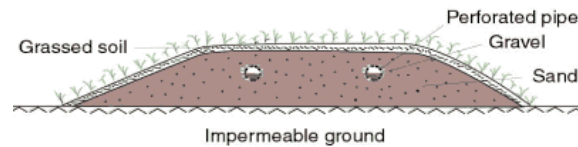
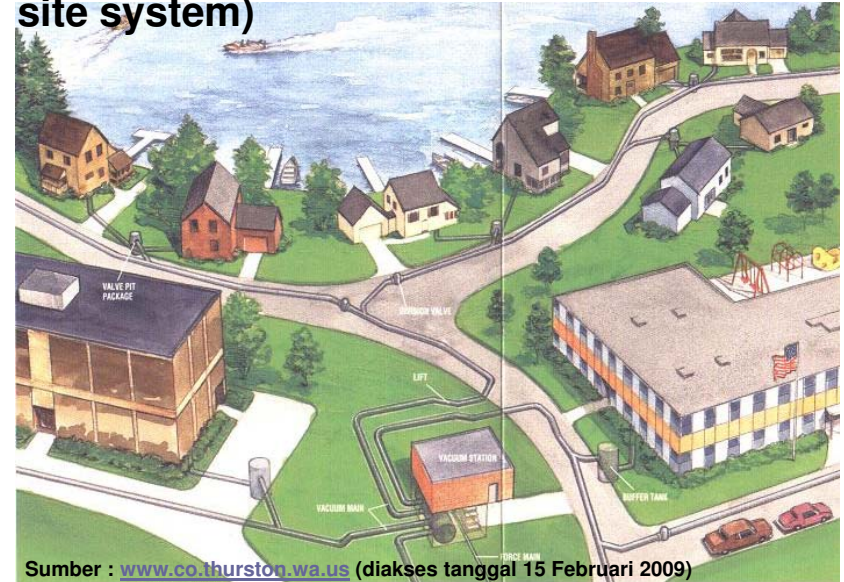


Figure 13: Evapotranspiration bed

## Sistem Penyaluran Air Buangan (off-site system)



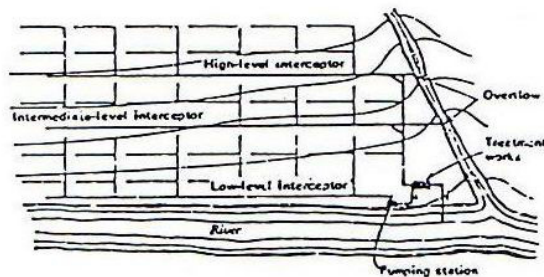
Sumber : [www.co.thurston.wa.us](http://www.co.thurston.wa.us) (diakses tanggal 15 Februari 2009)

## Konfigurasi Sistem

- Sistem jaringan pengumpul air limbah dan air hujan ada 5 (lima) pola.

**A. Pola Zone**, pola ini dapat digunakan untuk sistem gabungan.

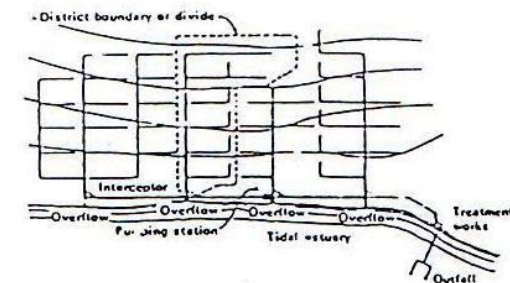
Pola ini membagi daerah pelayanan menjadi 3 (tiga) zone : tinggi, sedang dan rendah. Air yang terkumpulkan dialirkan ke IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Pada saat terjadi hujan besar, air yang meluap langsung dibuang ke sungai melalui interseptor. Untuk melayani daerah rendah digunakan stasiun pompa.



## Konfigurasi Sistem...(2)

**B. Pola Interseptor**, dapat digunakan untuk sistem gabungan.

Pola ini membagi daerah pelayanan dalam beberapa wilayah (*district*), masing-masing wilayah dilayani satu interseptor.



### Konfigurasi Sistem...(3)

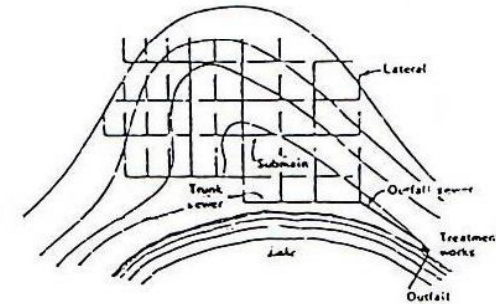
**C. Pola Tegak Lurus**, dapat digunakan untuk sistem air hujan atau sistem gabungan.

Pola ini menggunakan lebih dari satu pipa utama. Pada sistem ini air hujan langsung dibuang ke sungai.

### Konfigurasi Sistem...(4)

**D. Pola Kipas**, biasanya digunakan untuk sistem air limbah.

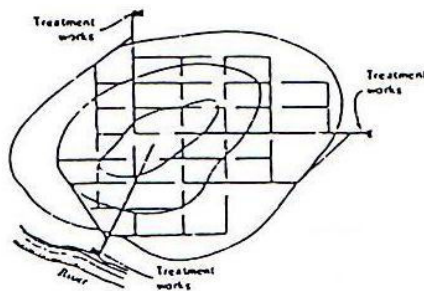
Pada pola ini pipa utama (*main trunk*) hanya satu.



### Konfigurasi Sistem...(5)

**E. Pola Radial**, digunakan untuk sistem air limbah atau gabungan.

Pada pola ini digunakan jika tidak mungkin mengumpulkan air limbah pada satu lokasi dan daerah pelayanan berada pada daerah berbukit.



### Faktor Penting Perancangan Sistem

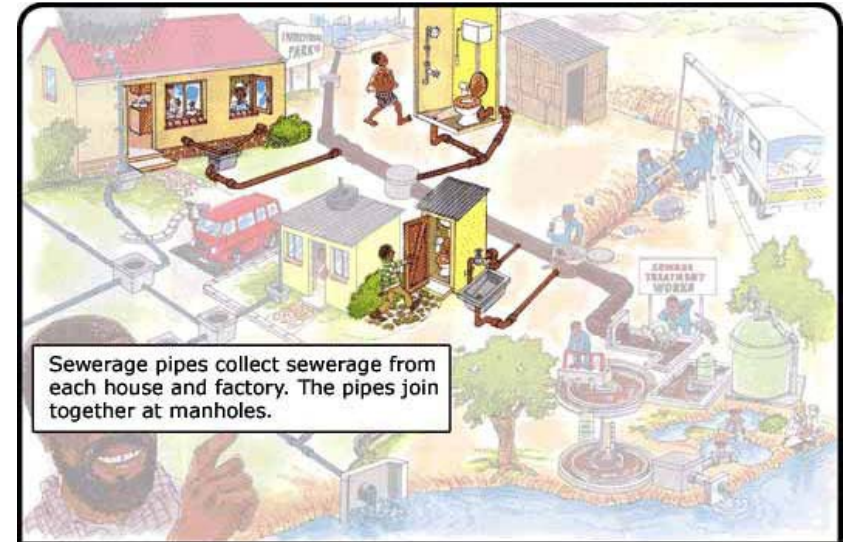
- Umum
  - Penentuan daerah yang akan dilayani
  - Pengamatan topografi
  - Lokasi sungai dan IPAL
  - Penentuan konfigurasi jaringan
    - ✓ Terpisah
    - ✓ Gabungan
- Sistem penyaluran air limbah
  - Jumlah populasi
  - Pelayanan air limbah domestik dan industri
  - Kuantitas air limbah
  - Kriteria perencanaan
    - ✓ Kecepatan minimum air dalam pipa (prinsip saluran terbuka)
    - ✓ Jarak Manhole
- Umumnya air limbah domestik diperhitungkan dari 80% air minum yang digunakan



# Langkah Perancangan

- o Penyaluran Air Limbah
  - Asumsi 1 (satu) unit rumah dengan penghuni 5 (lima) orang
  - Pemakaian air 150 liter/orang/hari
  - Air limbah :  $80\% \times 5 \times 150 \text{ l/o/hr} = 600 \text{ l/rumah/hari}$
  - Population Equivalent =  $600 \text{ l/rmh/hr} = 0,0069 \text{ l/unit/hr}$
  - Angka selanjutnya digunakan untuk merencanakan dimensi pipa yang diperlukan pada jaringan pengumpul
  - Langkah selanjutnya adalah merencanakan dimensi pipa
    - ✓ Lateral, minimum diameter 150 mm
    - ✓ Submain
    - ✓ Main (pipa utama) diameter bisa mencapai lebih dari 2000 mm

## Skenario Penyaluran Air Buangan Domestik



Sumber : [www.infoindonesia.files.wordpress.com](http://www.infoindonesia.files.wordpress.com) (diakses tanggal 15 Februari 2009)

## Skenario Penyaluran Air Buangan Domestik... (2)



Sumber : [www.infoindonesia.files.wordpress.com](http://www.infoindonesia.files.wordpress.com) (diakses tanggal 15 Februari 2009)

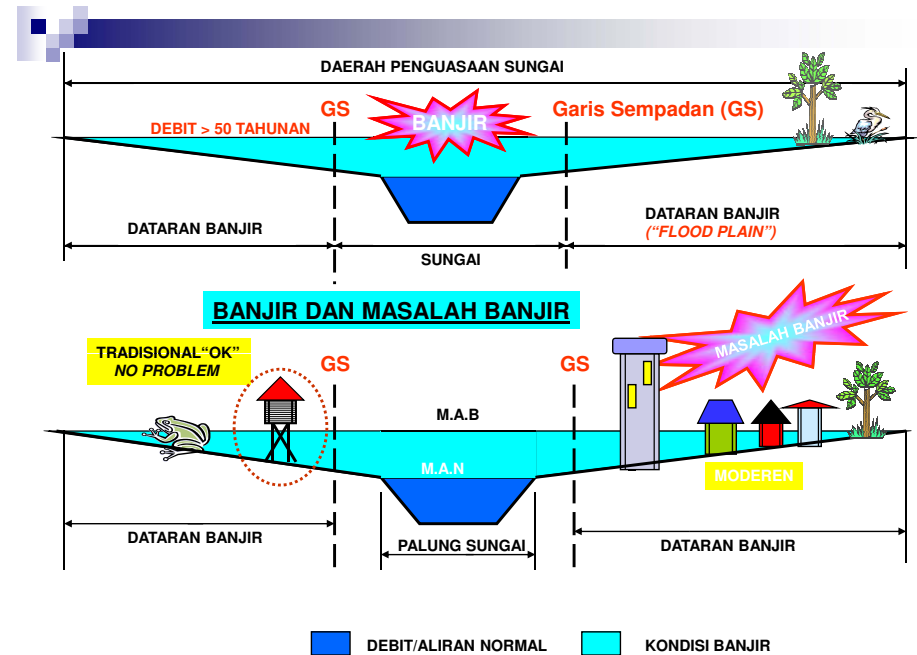
## Sistem Penyaluran Air Hujan (Drainase)





# Banjir

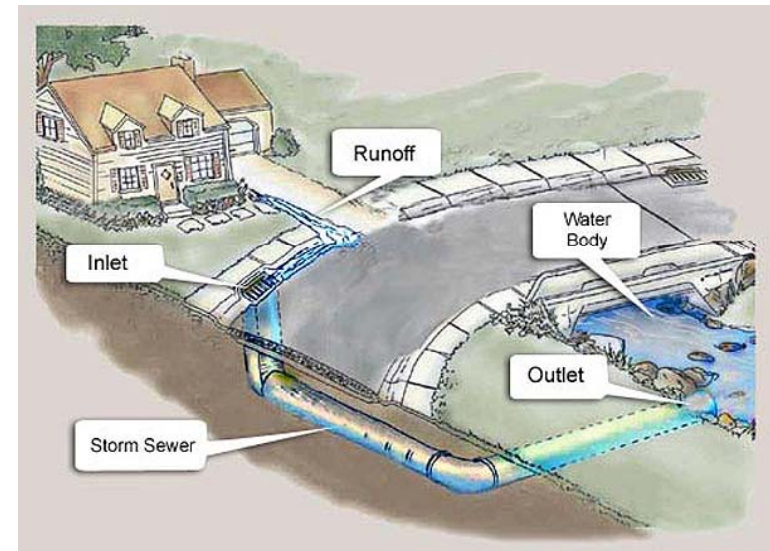
- Menurut Kamus *International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)*, banjir (flood) adalah: “A Relatively high flow or stage in a river , markedly higher than usual; also the inundation of low land which may result there from.
- A body of water raising, swelling and overflowing land not usually thus covered”



# Drainase Perkotaan

- Drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage*, yang memiliki arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air.
- **Drainase** : suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan dan atau lahan sehingga fungsi kawasan tersebut tidak terganggu. (Suripin. 2004).
- **Drainase perkotaan** yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di wilayah perkotaan yang meliputi drainase permukaan dan drainase bawah permukaan.

## Storm Sewer System



## Faktor Penting Perancangan Sistem

### Sistem Pengumpul Air Hujan

- Kuantitas air yang akan dialirkan tergantung luas daerah dan curah hujan
- Air hujan tergantung intensitas hujan, jenis daerah yang akan dilayani
- Pembagian daerah pelayanan berdasarkan jenis penggunaannya
- Prinsip alam dalam infiltrasi air hujan masih diharapkan terjadi sehingga ukuran saluran tidak terlalu besar
- Jenis bahan penutup permukaan tanah menentukan banyaknya air yang mengalir dan masuk ke dalam tanah
- Kualitas air hujan yang dikumpulkan dari atap rumah dan jalan sudah mengandung bahan pencemar

## Langkah Perancangan...(2)

- Pengumpul Air Hujan
  - Daerah pelayanan diidentifikasi sebagai sebagai langkah awal
  - Pola jaringan ditentukan
  - Menggunakan rumus rasional :
$$Q = C \cdot A \cdot I$$
dimana :
    - Q : besarnya air hujan yang dikumpulkan ( $m^3/jam$ )
    - C : koefisien limpasan berdasarkan jenis permukaan (tanpa dimensi)
    - A : luas permukaan wilayah yang akan dikeringkan ( $m^2$ )
    - I : intensitas hujan (cm/jam)
  - Harga C untuk atap rumah = 1,0 ; lapangan rumput = 0,3 dan tempat parkir = 0,9
  - Kriteria perencanaan : kecepatan air minimum di dalam saluran adalah 1,5 m/s agar pasir dan sampah dapat terbawa.

## Kiat Drainase

- Kiat **drainase tradisional**, yaitu membuang limpasan air hujan secepatnya dengan jalur sependek-pendeknya, yang akan mempercepat datangnya debit puncak aliran dimana banjir akan melanda daerah hilir alirannya.
- Kiat drainase, seperti halnya kiat penataan lingkungan digolongkan menjadi 2, yaitu (Hardjosuprpto,1998) :
  - Tindakan yang sifatnya **biologis-ekologis**, diantaranya adalah melestarikan atau menyediakan daerah hijau sebagai daerah retensi dan peresapan air yang optimal.
  - Tindakan yang sifatnya **teknologis-higienis**, diantaranya dengan prinsip “semua daerah hulu, arus limpasan air hujan yang belum membahayakan atau belum mengganggu lingkungan sebisa mungkin dihambat, diresapkan, atau ditampung dalam kolam retensi sebagai sumber daya imbuhan air tanah dan air permukaan”.

## Green Infrastruktur

konsep/strategi perencanaan yang tetap **mempertahankan proses alamiah ekologi** kawasan, konservasi udara, dan sumber air tanpa menimbulkan degradasi sumber-sumber alam dalam jangka panjang dan memberikan kontribusi pada kesehatan dan tingkat kesejahteraan masyarakat/pemukim.

# Eko-Sanitasi (Pengelolaan Air Limbah)

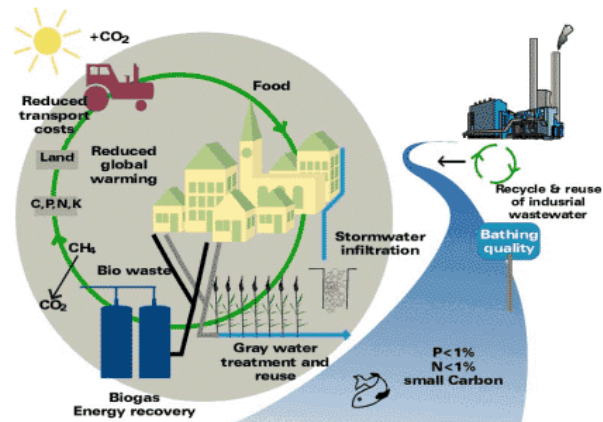
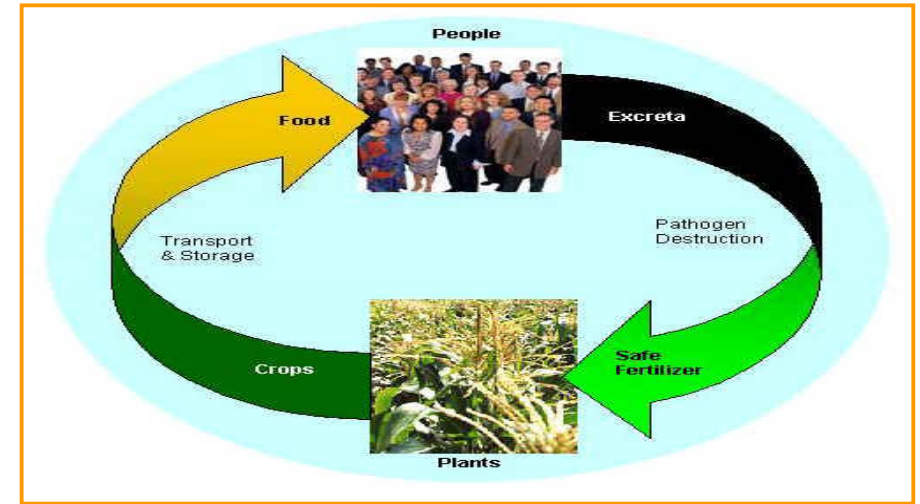
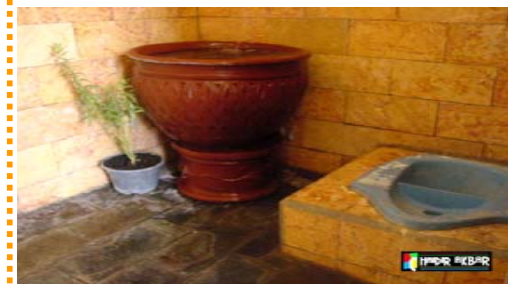
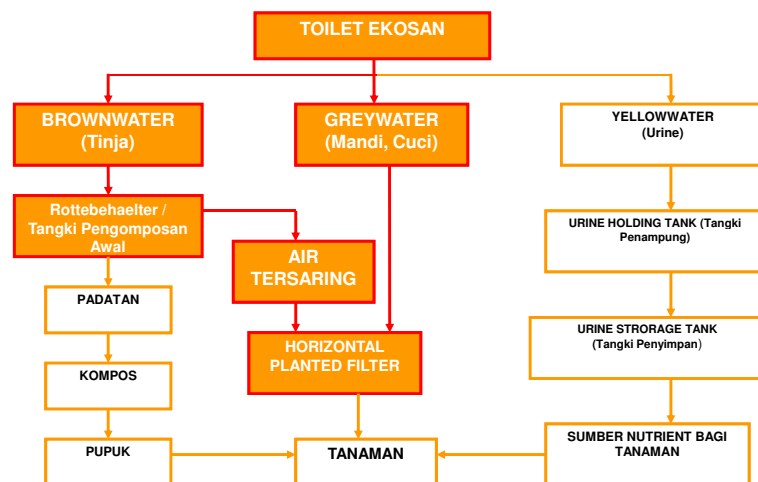


Figure 3: Sustainable wastewater management practice (Lange and Otterpohl, 1997).



**Sanitasi ekologis = *Recycle***

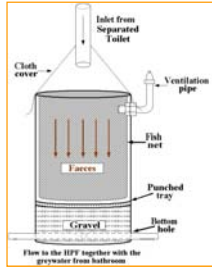
## toilet ecosan



# Pengolahan

## tangki pengomposan awal

Fungsi :: menahan padatan  
:: mengeluarkan cairan dari  
brownwater



Horizontal Planted Filter  
adalah Wetland Buatan  
dengan filter aliran  
Horizontal

Wetland buatan adalah sistem  
pengolahan air buangan yang  
terdiri dari media/substrat,  
vegetasi, kehidupan satwa, dan  
air yang menyerupai lahan basah  
alami



# Green Infrastructure (Pengelolaan Air Hujan)

Konsep Green Infrastruktur dapat diaplikasikan melalui  
beberapa infrastruktur drainase yang berbeda dengan  
infrastruktur konvensional, antara lain :

1. Saluran drainase standar & swales
2. Kolam retensi
3. Sistem bioretensi
4. Parit infiltrasi

# Rainwater Harvesting

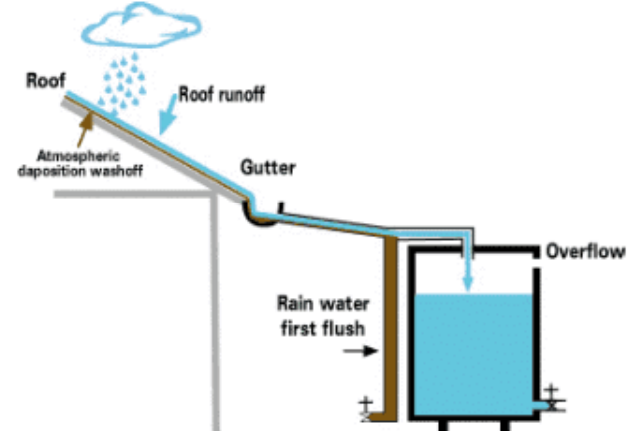


Figure 38: Diverter for the first flush from roof run-off



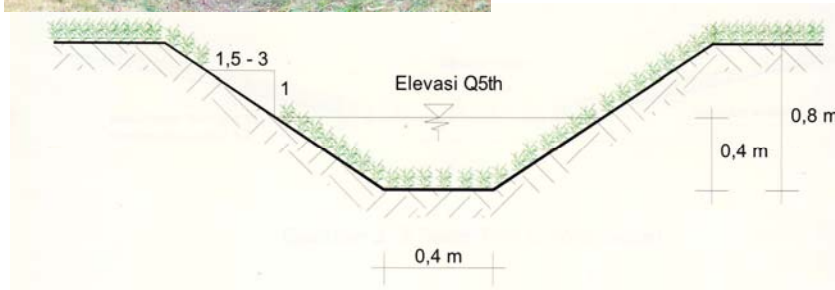
Figure 28: Filter strip and swale in an urban landscape



## Saluran Standar



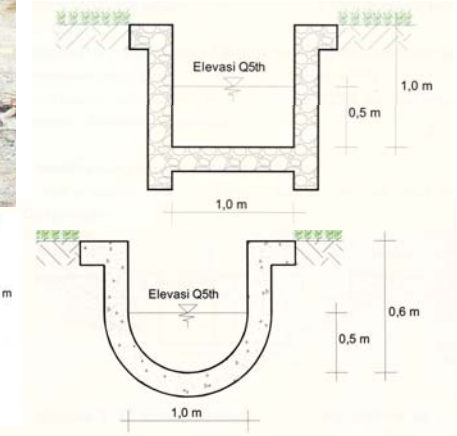
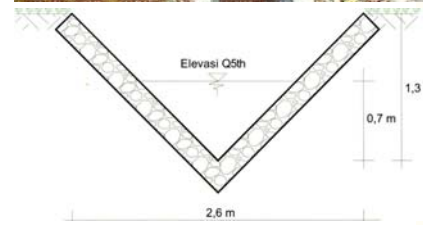
Saluran Tanpa Perkerasan



## Saluran Standar...(2)



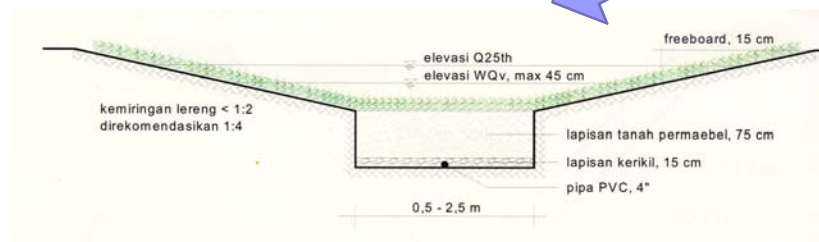
Saluran Dengan Perkerasan



## Dry Swale



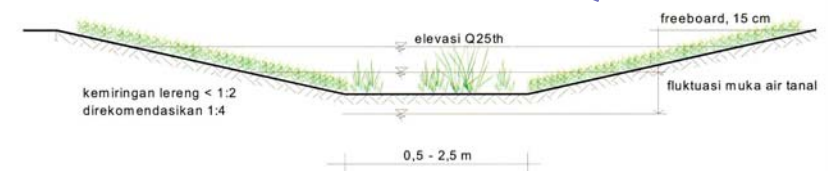
Saluran yang diberi dasar saluran untuk mengalirkan air. Struktur Dry Swale, saluran selalu kering, dan di daerah



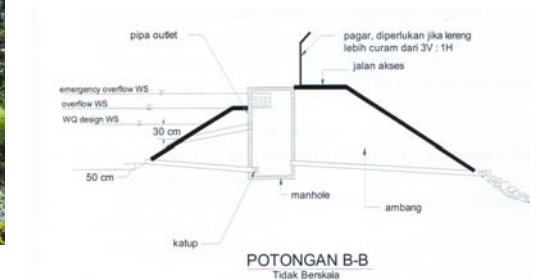
## Wet Swale



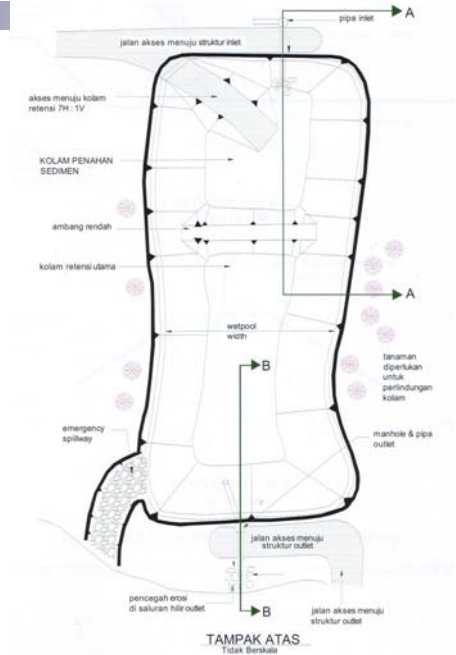
Saluran dengan vegetasi yang memiliki tinggi. Jika muka air tinggi, maka air akan mengalir, sedangkan jika air tenang.



## Kolam Retensi



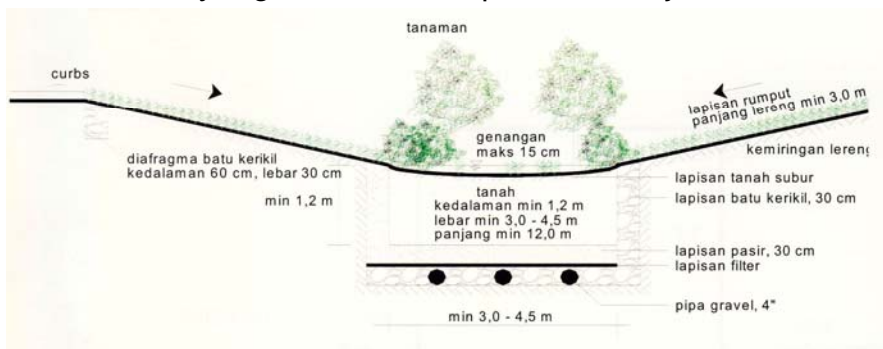
## Kolam Retensi



## Sistem Bioretensi

**Sistem Bioretensi** : struktur berupa cekungan pada suatu area seperti tempat parkir, perumahan, dan lain-lain yang menerima limpasan air hujan dari

### Tipikal Struktur Bioretensi

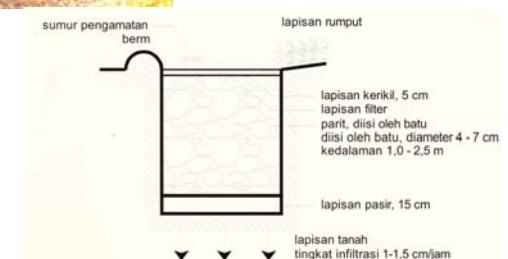


## Sistem Parit Infiltrasi



a parit yang diisi oleh  
ungkinkan penyerapan  
nding dan dasar parit.  
am  
parit ini  
ir akan menyap ke

### Tipikal Struktur Parit Infiltrasi

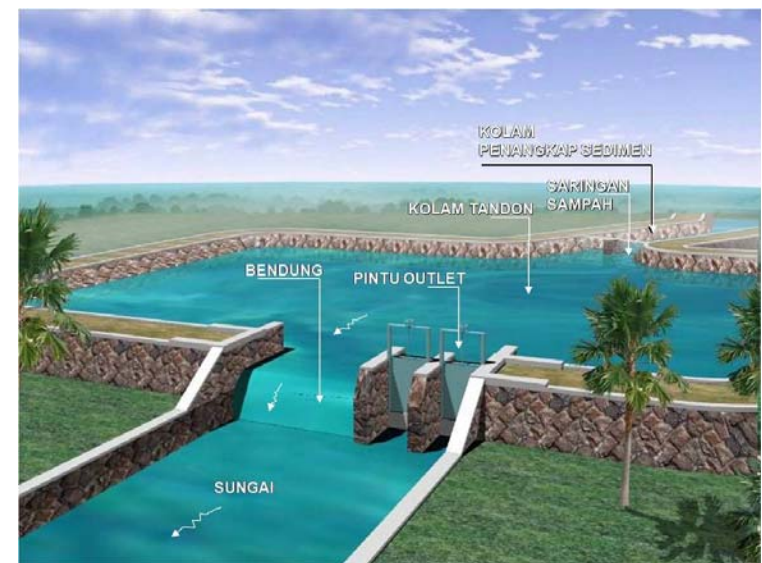




## Sistem Pengendali Banjir



## Sistem Pengendali Banjir...(2)



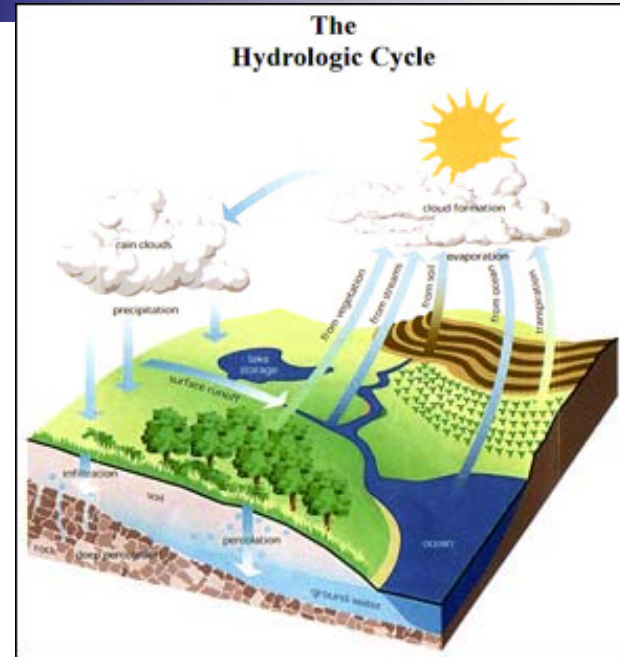
## Sistem Pengendali Banjir...(3)



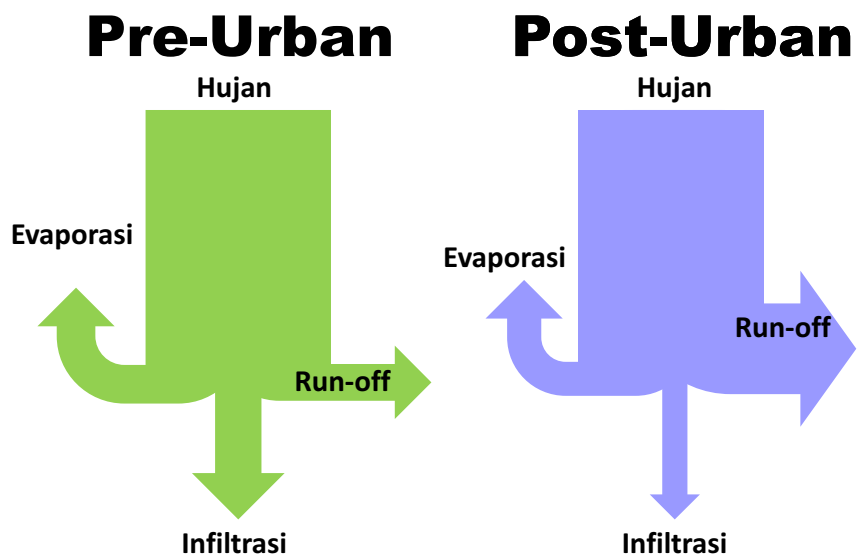
## Sistem Pengendali Banjir...(4)



TERIMA KASIH



## Limpasan (*runoff*)...(2)



## Limpasan (*runoff*)

