

SUMUR RESAPAN



Pertemuan 013 MK. Arsitektur Hijau Dasar

Baju Arie Wibawa, S.T., M.T.

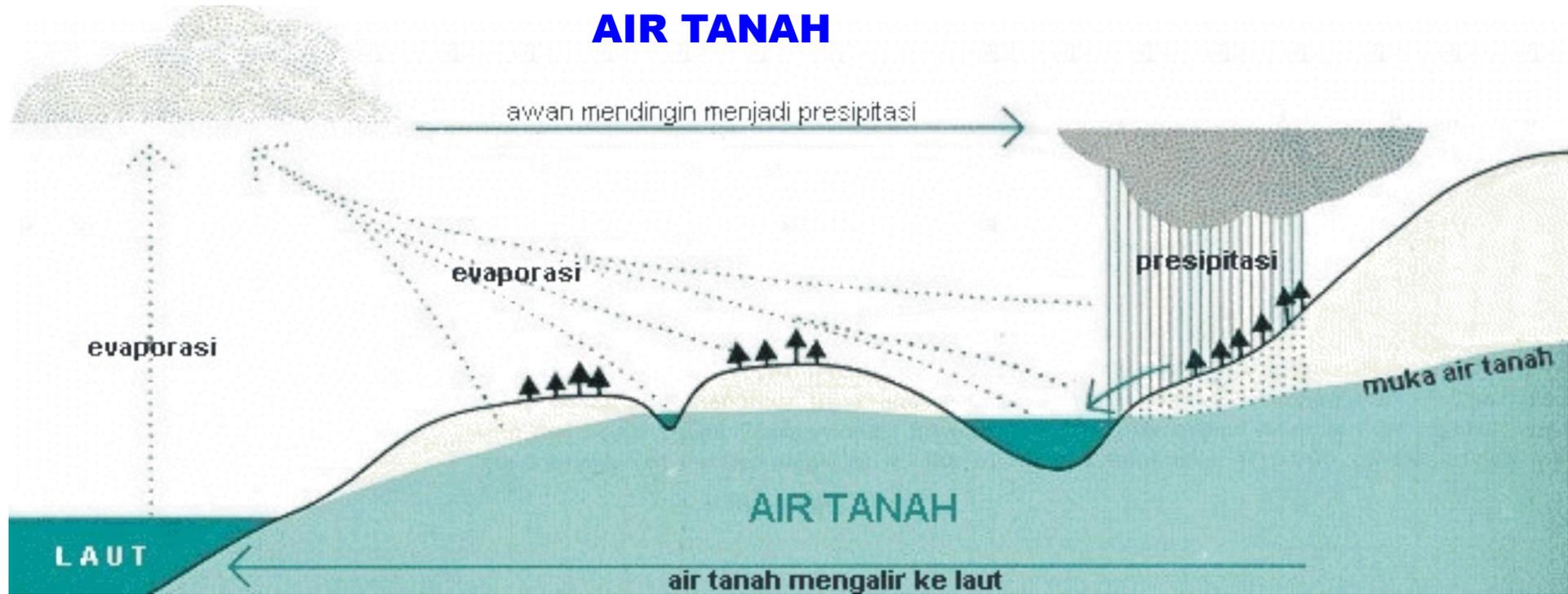
Tujuan instruksional

1. Menjelaskan permasalahan dan kebutuhan konservasi air tanah
2. Menjelaskan pengertian, fungsi dan manfaat sumur resapan
3. Menjelaskan tipe dan jenis sumur resapan
4. Menghitung kebutuhan sumur resapan

1

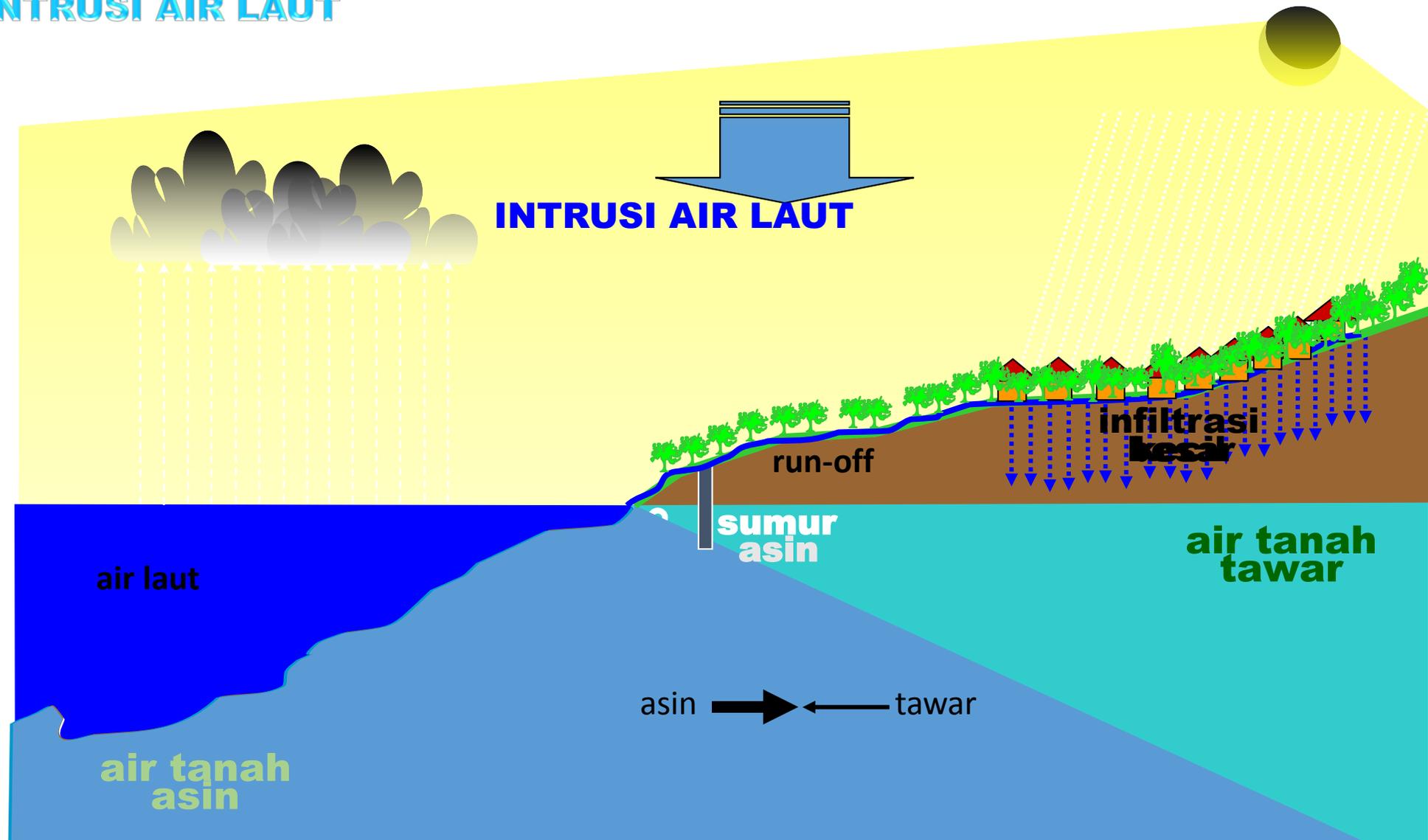
LATAR BELAKANG

AIR TANAH



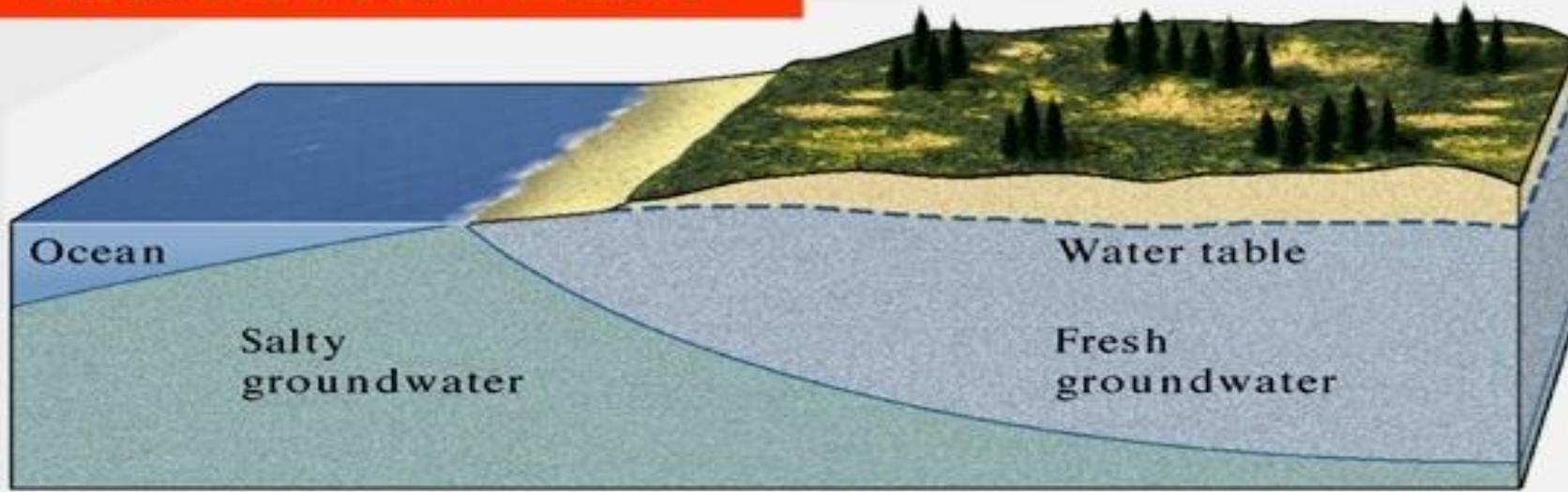
- Lebih dari 98% dari semua air di daratan tersembunyi di bawah permukaan tanah, dalam pori-pori batuan dan bahan-bahan butiran.
- 2% sisanya terlihat sebagai air di sungai, danau dan reservoir.
- Setengah dari dua persen ini disimpan di reservoir buatan.
- 98% dari air di bawah permukaan disebut air tanah dan digambarkan sebagai, air yang terdapat pada bahan yang jenuh di bawah muka air tanah.
- 2% sisanya adalah kelembaban tanah.

PROSES INTRUSI AIR LAUT

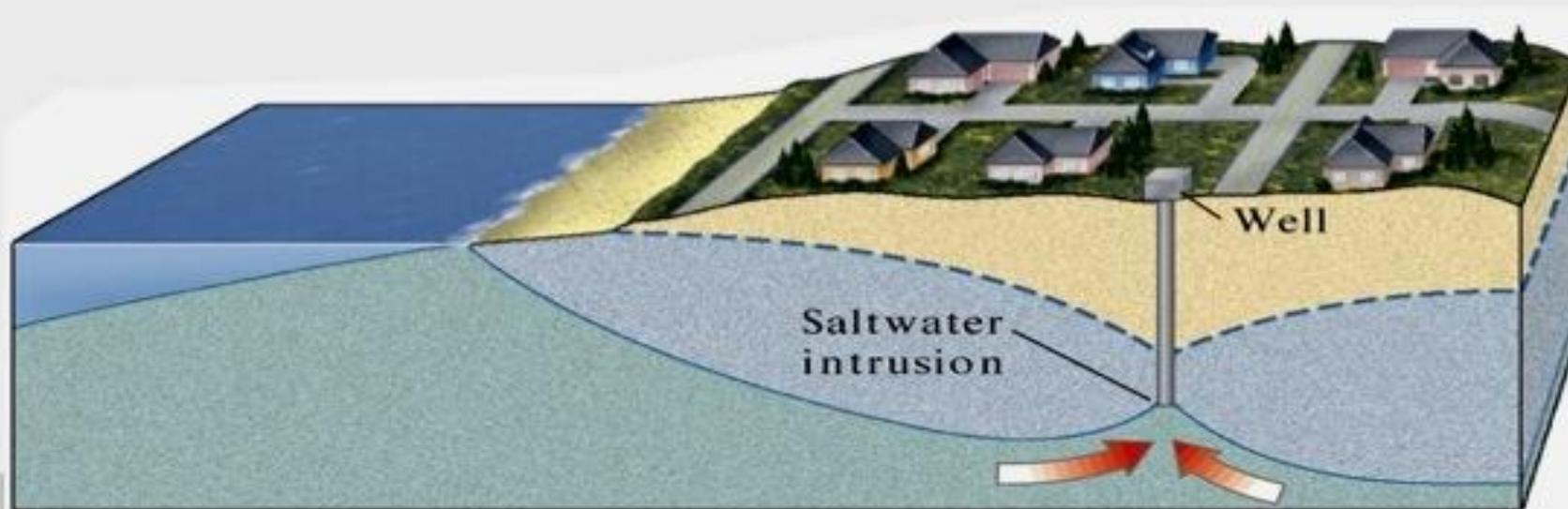


Hingga saat ini belum ada teknologi yang mampu menyuntikkan kembali kandungan air tanah untuk mengatasi intrusi air laut. Hal ini terjadi karena menyempitnya lahan infiltran dan adanya pemanfaatan air tanah yang berlebihan dan tidak terkendali.

Intrusi Air Laut

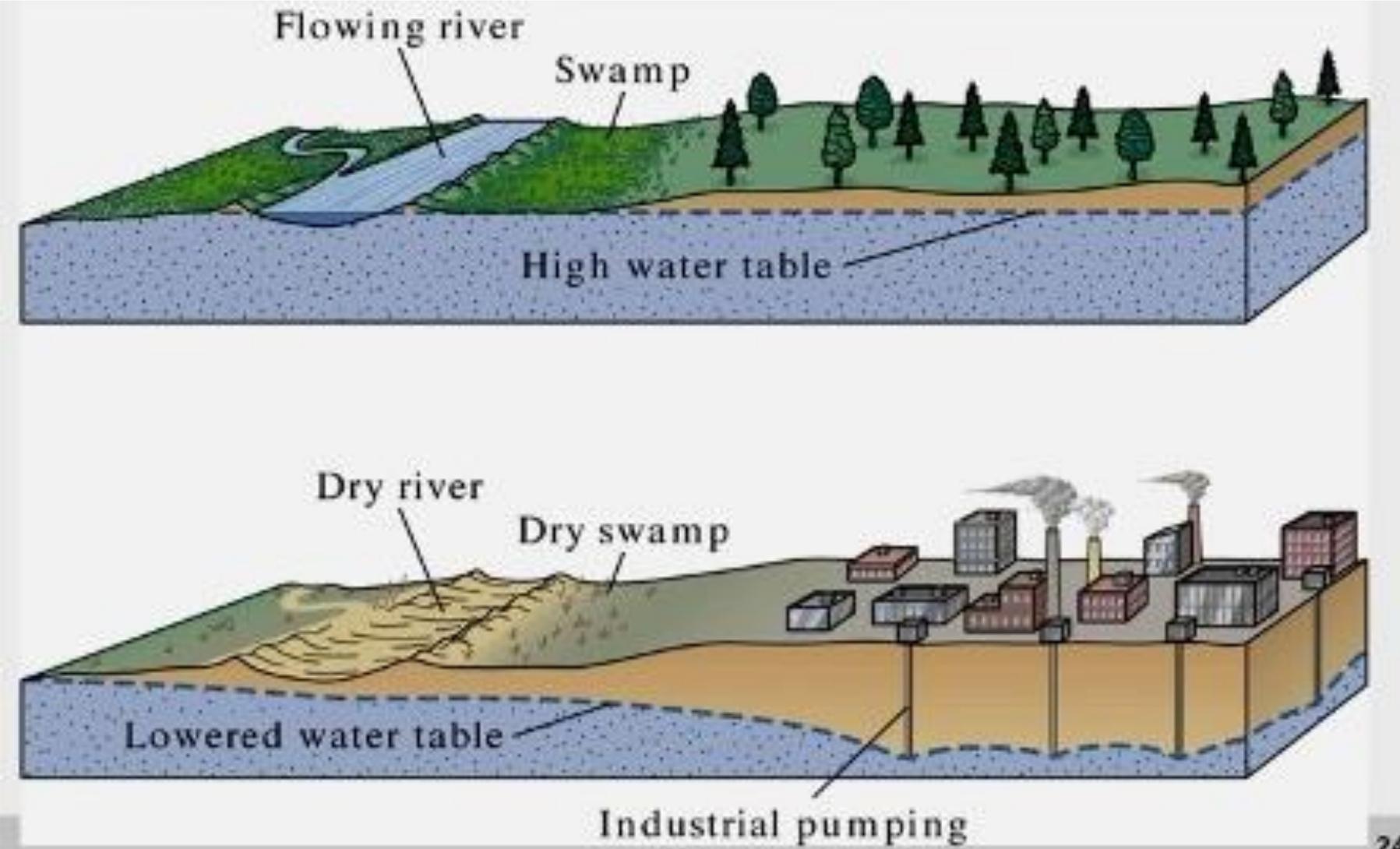


Before

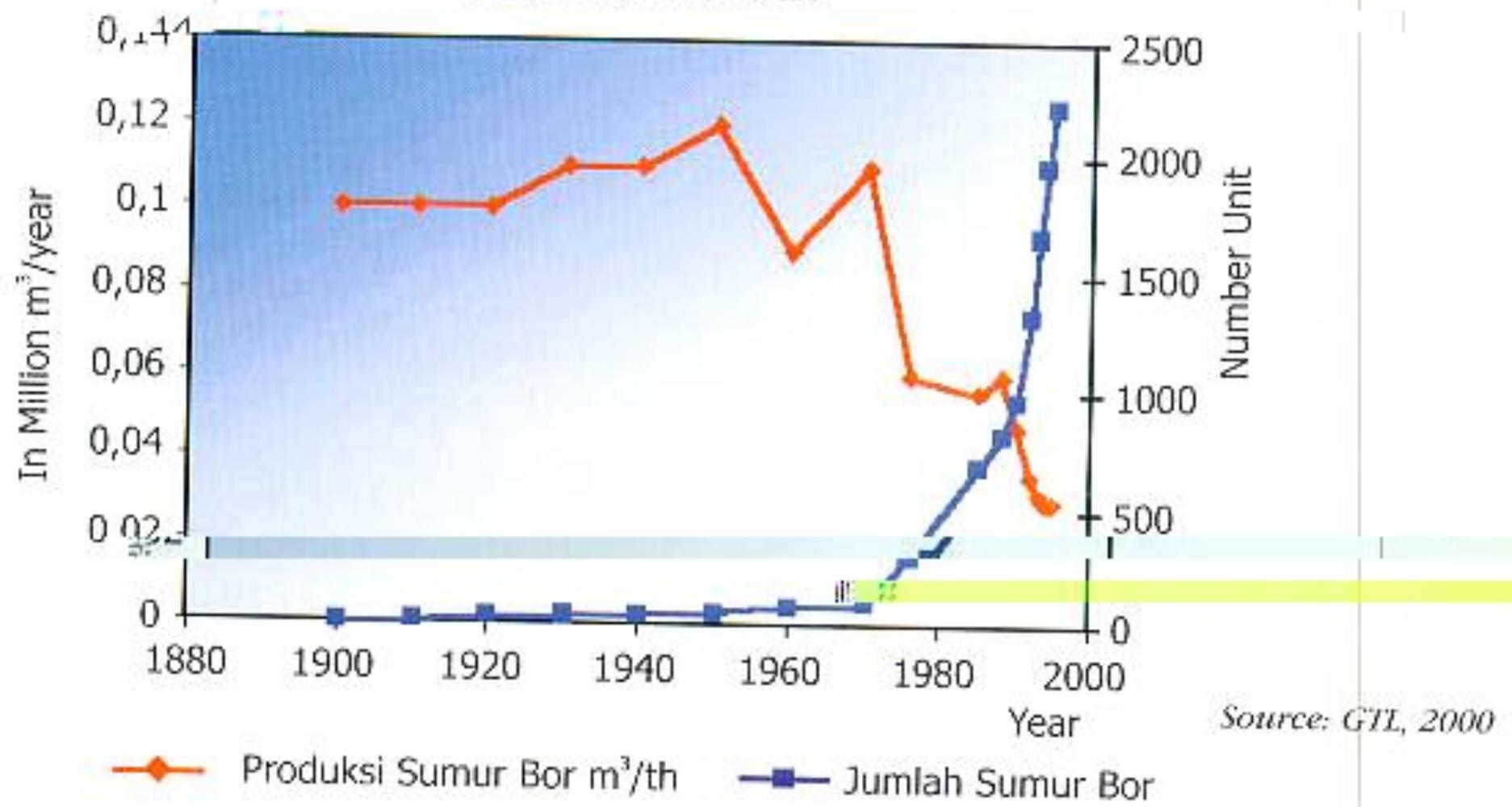


After

PROSES PENGAMBILAN AIR TANAH BERLEBIHAN



PERBANDINGAN JUMLAH SUMUR BOR DAN PRODUKTIVITAS AIR TANAH
 DI CEKUNGAN BANDUNG
 COMPARISON BETWEEN NUMBER OF BOREHOLES & GROUNDWATER PRODUCTIVITY
 IN BANDUNG BASIN



Source: GTL, 2000

SINERGI BENCANA KOTA PANTAI



2

KONSERVASI AIR TANAH

Konservasi yang efektif biasanya meliputi suatu paket langkah pengendalian yang terdiri dari:

1. Perlindungan dan Pelestarian Sumber Air, antara lain :

- Pemeliharaan kelangsungan fungsi resapan air ;
- Pengendalian pemanfaatan sumber air;
- Pengaturan daerah sempadan sumber air;
- Rehabilitasi hutan dan lahan.

2. Pengawetan Air, antara lain :

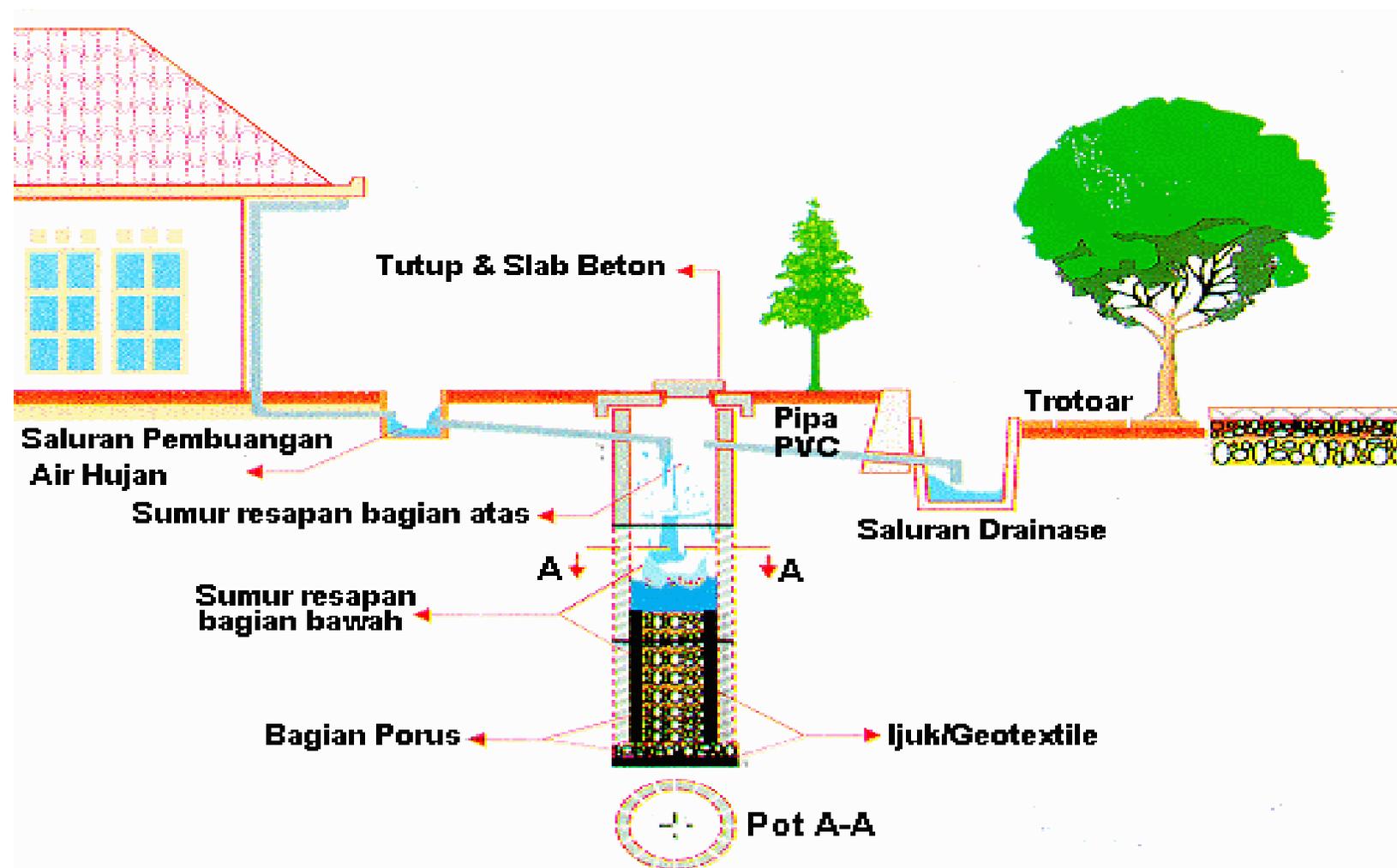
- Menyimpan air yang berlebihan di musim hujan;
- Penghematan air;
- Pengendalian penggunaan air tanah.

3. Pengelolaan Kualitas air, dengan cara memperbaiki kualitas air pada sumber air antara lain dilakukan melalui upaya aerasi pada sumber air dan prasarana sumberdaya air.

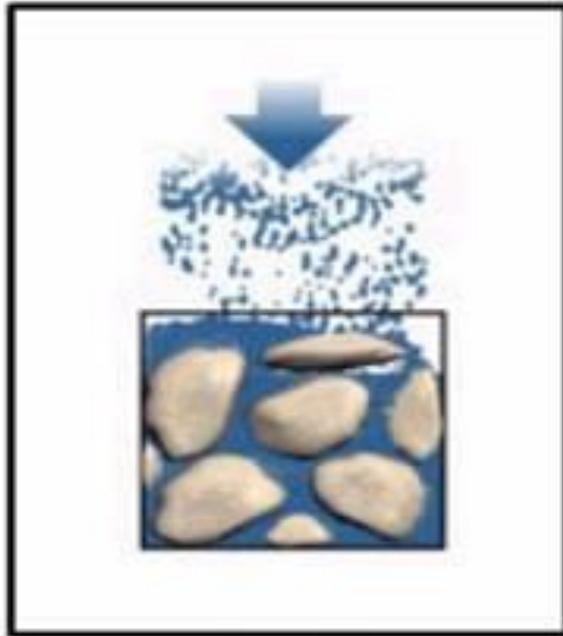
4. Pengendalian Pencemaran Air, dengan cara mencegah masuknya pencemaran air pada sumber air dan prasarana sumberdaya air.

5. Kampanye untuk mendorong konsumen lebih sadar terhadap akibat penggunaan yang boros.

2.1. SUMUR RESAPAN



2.3. MENGGUNAKAN MATERIAL YANG POROS



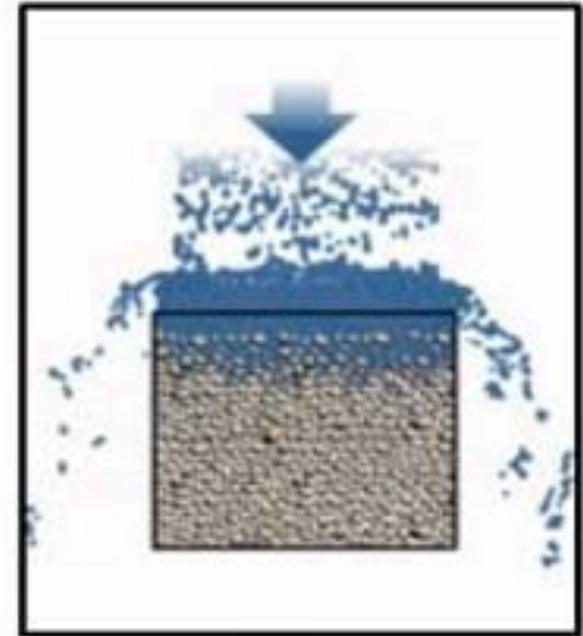
Sand

PASIR



Silt

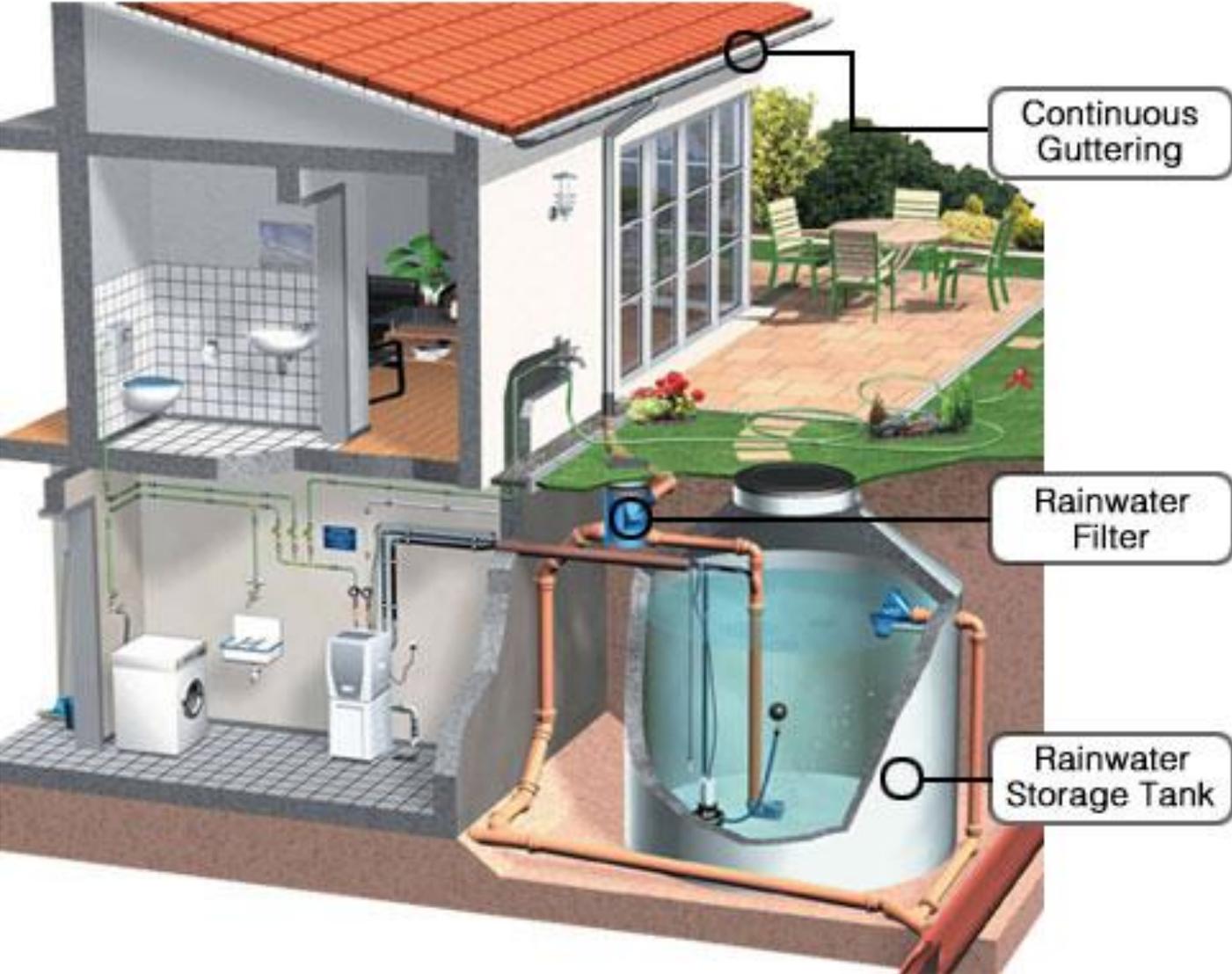
LANAU



Clay

LEMPUNG

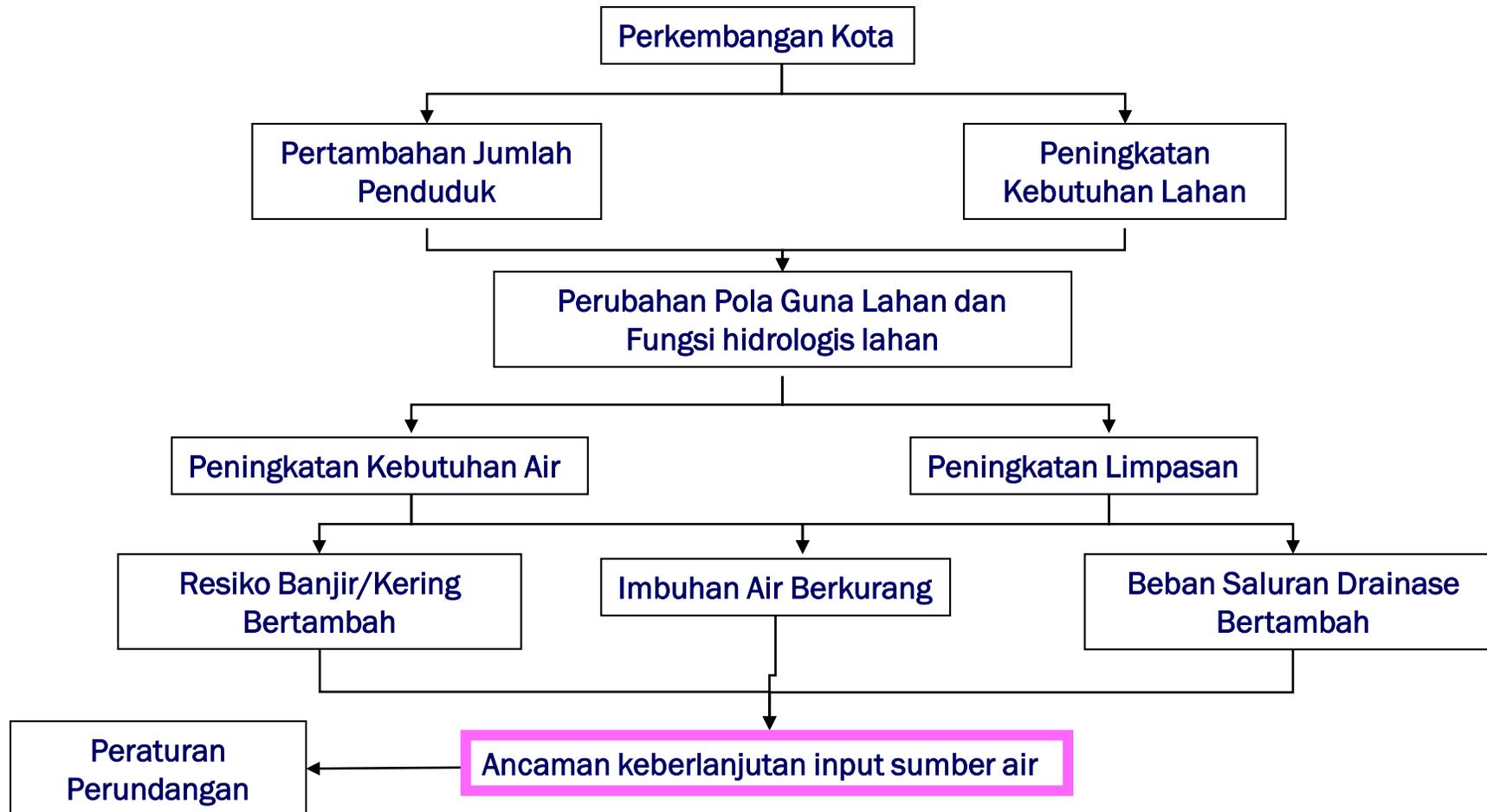
2.4. Rainwater Harvesting



3

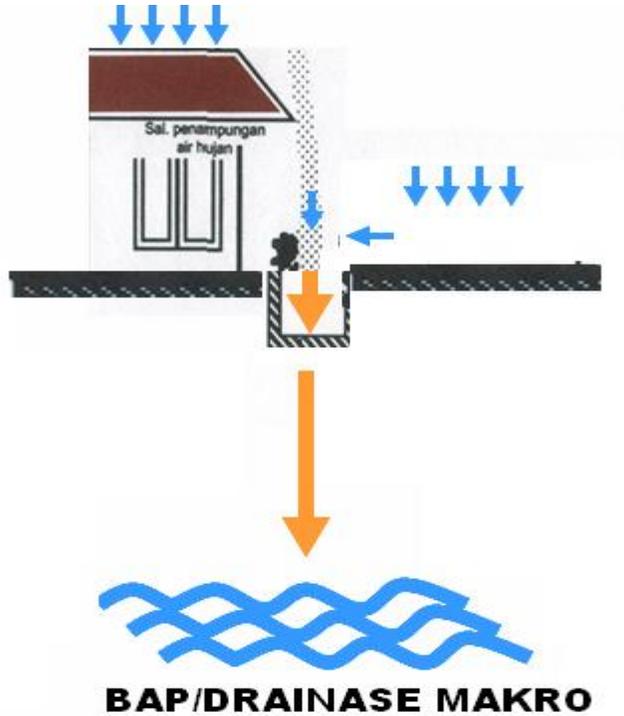
**KONSEP DRAINASE
BERWAWASAN LINGKUNGAN**

Latar Belakang



Penerapan SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN

Konsep Sistem Drainase Konvensional



Drainage =
mengalirkan, membuang, mengurus,
mengalihkan air (Suripin, 2004)

IMPLIKASI :

Imbuhan Air Tanah MINIM
Keberlanjutan Sumber Air Terancam

Limpasan Semakin Besar
Beban Sistem Drainase Bertambah
Resiko Banjir Meningkat

Daerah Terbangun Semakin Meningkat

??

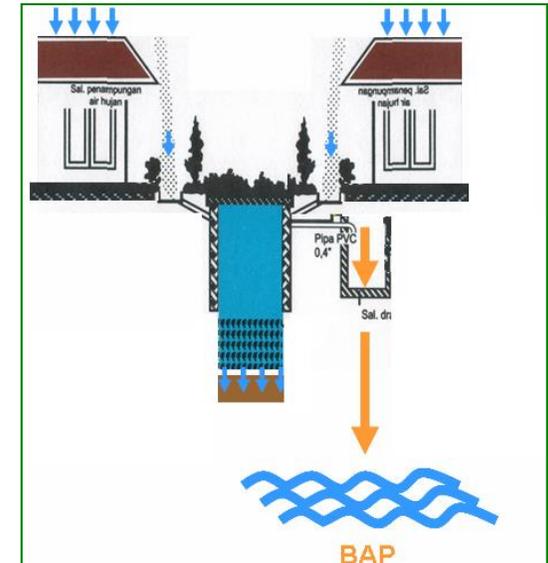
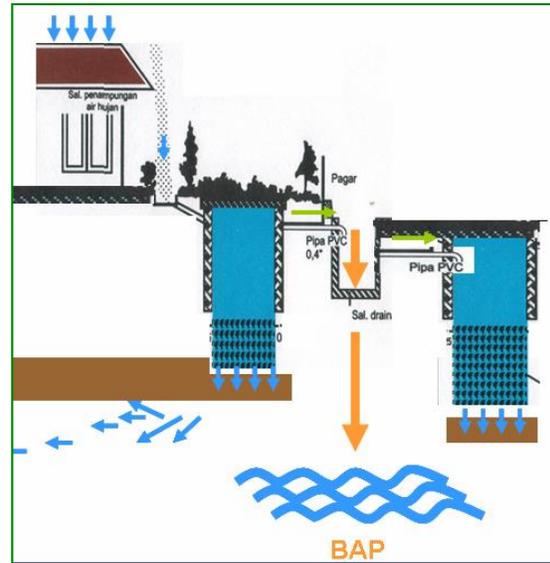
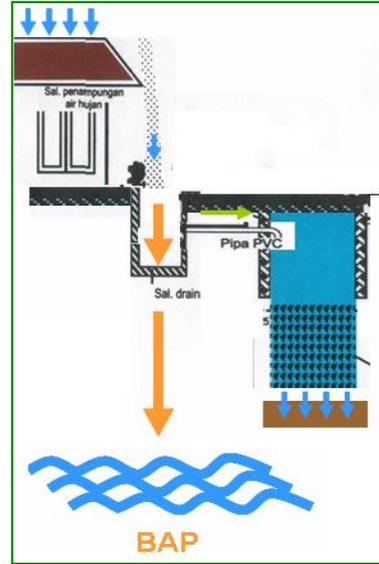
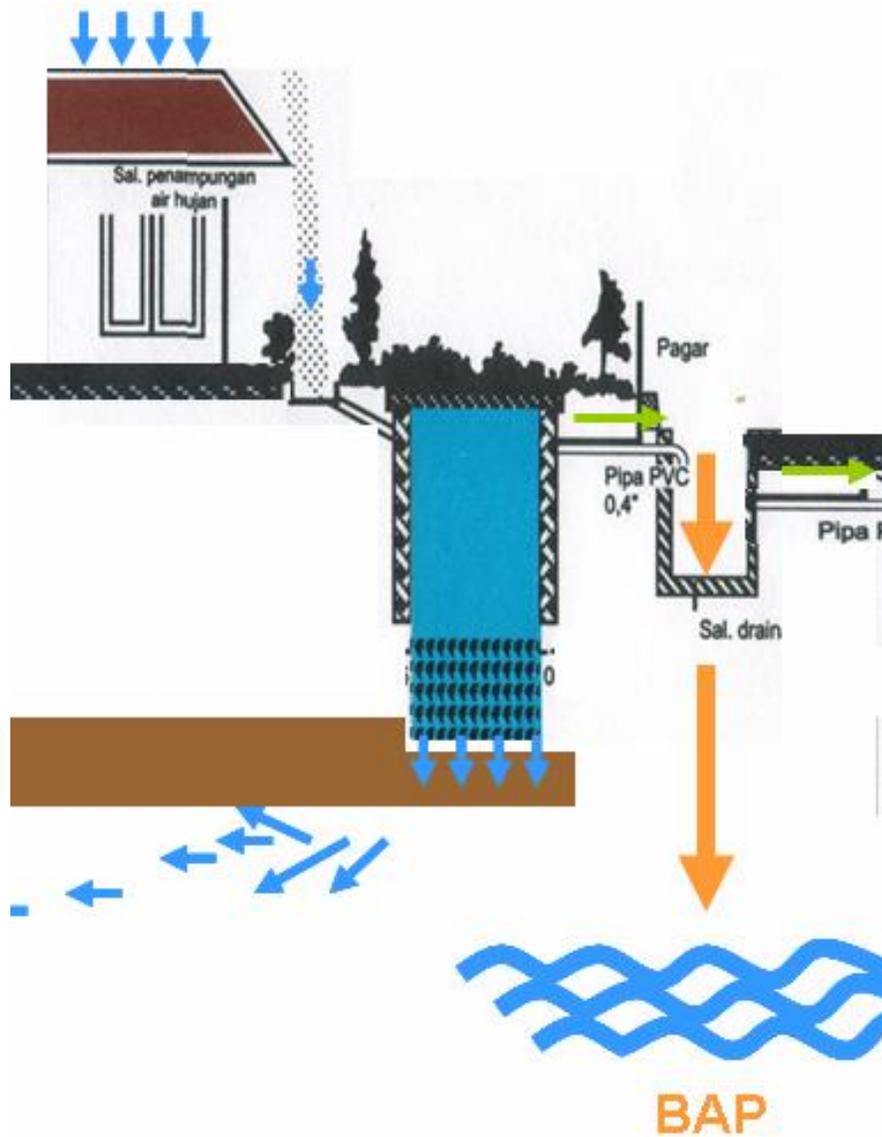
Konsep Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan

Mempertahankan/Mengembalikan Fungsi Hidrologis Lahan dengan maksimalisasi konservasi sehingga limpasan terminimasi



**Imbuhan Air Tanah Bertambah
Beban Limpasan Saluran Drainase Makro Berkurang
Resiko Banjir Berkurang**

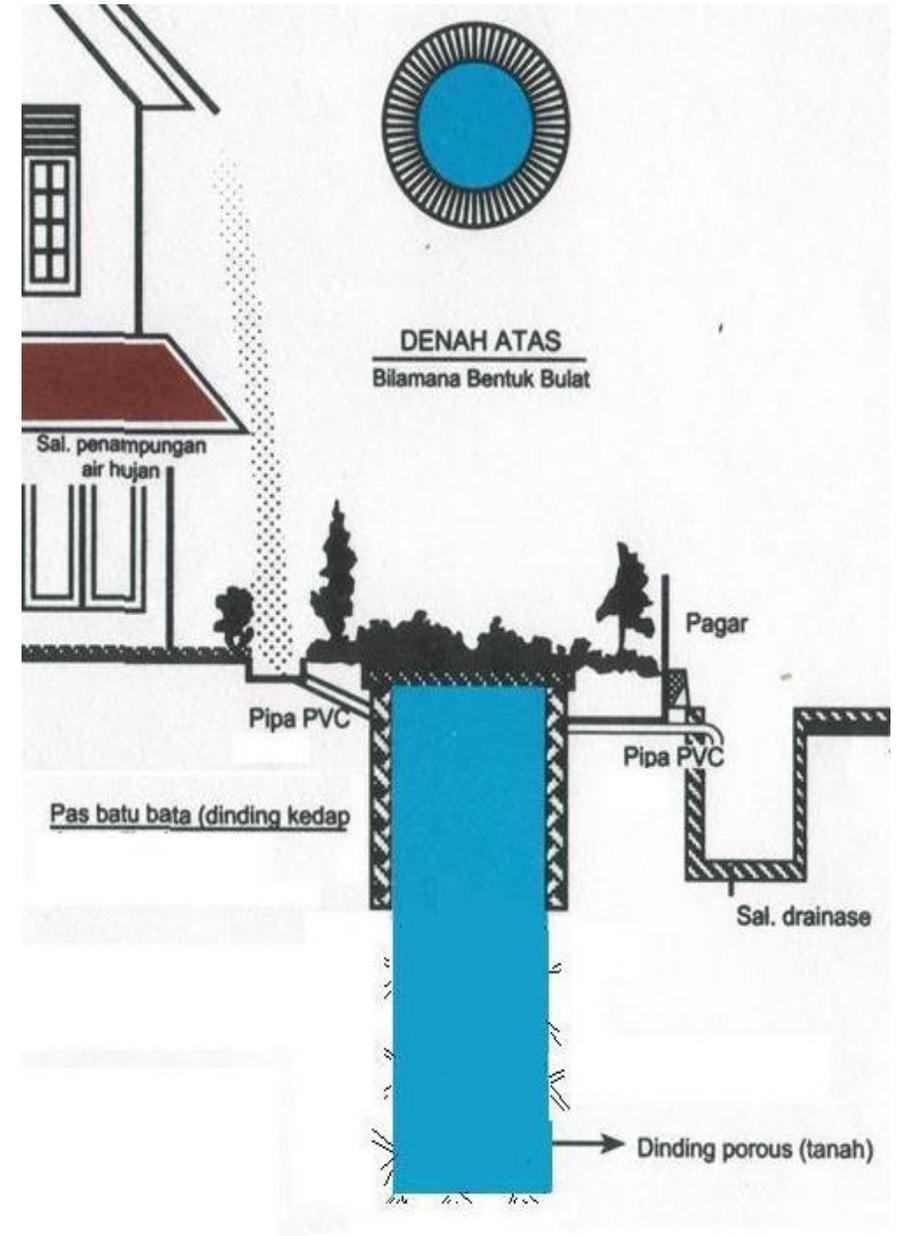
Konsep Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan



Sistem Pengimbuhan Air Tanah

Sumur Resapan ?

Sumur resapan adalah sumur yang dibuat sebagai tempat penampungan air hujan berlebih agar memiliki waktu dan ruang untuk **meresap** ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. (Suripin)





4

**PENGERTIAN
SUMUR RESAPAN**

Pengertian Sumur Resapan:

Bangunan sumur resapan adalah salah satu rekayasa teknik konservasi air berupa bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga **menyerupai bentuk sumur gali** dengan kedalaman tertentu yang **berfungsi sebagai tempat menampung air hujan** yang jatuh di atas atap rumah atau daerah kedap air dan meresapkannya ke dalam tanah.

Fungsi Sumur Resapan:

Sumur resapan berfungsi **memberikan imbuhan air secara buatan** dengan cara menginjeksikan air hujan ke dalam tanah.

Sasaran lokasi adalah daerah peresapan air di kawasan budidaya, permukiman, perkantoran, pertokoan, industri, sarana dan prasarana olahraga serta fasilitas umum lainnya.

Manfaat Sumur Resapan:

- **Mengurangi aliran permukaan** sehingga dapat mencegah / mengurangi terjadinya banjir dan genangan air.
- Mempertahankan dan meningkatkan **tinggi permukaan air tanah**.
- Mengurangi erosi dan sedimentasi
- **Mengurangi / menahan intrusi air laut** bagi daerah yang berdekatan dengan kawasan pantai
- **Mencegah penurunan tanah** (*land subsidance*)
- Mengurangi **konsentrasi pencemaran air tanah**.

Model Sumur Resapan:

Bentuk dan jenis bangunan sumur resapan dapat berupa bangunan sumur resapan air yang dibuat segiempat atau silinder dengan kedalaman tertentu dan dasar sumur terletak di atas permukaan air tanah.

Berbagai jenis konstruksi sumur resapan adalah:

- **Sumur tanpa pasangan di dinding sumur**, dasar sumur tanpa diisi batu belah maupun ijuk (kosong)
- **Sumur tanpa pasangan di dinding sumur**, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk.
- **Sumur dengan susunan batu bata**, batu kali atau batako di dinding sumur, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk atau kosong.
- **Sumur menggunakan buis beton** di dinding sumur
- **Sumur menggunakan blawong** (batu cadas yang dibentuk khusus untuk dinding sumur).

Konstruksi-konstruksi tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing, pemilihannya tergantung pada keadaan batuan / tanah (formasi batuan dan struktur tanah).

- Pada tanah / batuan yang relatif stabil, konstruksi tanpa diperkuat dinding sumur dengan dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk tidak akan membahayakan bahkan akan memperlancar meresapnya air melalui celah-celah bahan isian tersebut.
- Pada tanah / batuan yang relatif labil, konstruksi dengan susunan batu bata / batu kali / batako untuk memperkuat dinding sumur dengan dasar sumur diisi batu belah dan ijuk akan lebih baik dan dapat direkomendasikan.
- Pada tanah dengan / batuan yang sangat labil, konstruksi dengan menggunakan buis beton atau blawong dianjurkan meskipun resapan air hanya berlangsung pada dasar sumur saja.
- Bangunan pelengkap lainnya yang diperlukan adalah bak kontrol, tutup sumur resapan dan tutup bak kontrol, saluran masukan dan keluaran / pembuangan (terbuka atau tertutup) dan talang air (untuk rumah yang bertalang air).

DATA TEKNIS

Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut :

1. Ukuran maksimum diameter 1,4 meter,
2. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm,
3. Ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm,
4. Ukuran kedalaman 1,5 sampai dengan 3 meter,
5. Dinding dibuat dari pasangan bata atau batako dari campuran 1 semen : 4 pasir tanpa plester,
6. Rongga sumur resapan diisi dengan batu kosong 20/20 setebal 40 cm,
7. Penutup sumur resapan dari plat beton tebal 10 cm dengan campuran 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil.

DATA TEKNIS

Berkaitan dengan sumur resapan ini terdapat SNI No: 03- 2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan.

Standar ini menetapkan cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan termasuk persyaratan umum dan teknis mengenai batas muka air tanah (mat), nilai permeabilitas tanah, jarak terhadap bangunan, perhitungan dan penentuan sumur resapan air hujan. Air hujan adalah air hujan yang ditampung dan diresapkan pada sumur resapan dari bidang tadah.

Persyaratan Umum

1. Sumur resapan air hujan ditempatkan pada **lahan yang relatif datar**;
2. Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan **tidak tercemar**;
3. Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan **keamanan bangunan** sekitarnya;
4. Harus memperhatikan **peraturan daerah setempat**;
5. Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui Instansi yang berwenang.

Persyaratan Teknis

1. Kedalam air tanah **minimum 1,50 m** pada musin hujan;
2. Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai **permeabilitas tanah $\geq 2,0$ cm/jam**.
 - Sedang (geluh kelanauan, 2,0 – 3,4 cm/jam atau 0,48 – 0,864 m³/m²/hari)
 - Agak cepat (pasir halus, 3,6-36 cm/jam atau 0,864-8,64 m³/m²/hari)
 - Cepat (pasir kasar, lebih besar 36 cm/ja, atau 8,64 m³/m²/hari)
3. **Jarak penempatan** sumur resapan air hujan terhadap bangunan adalah:
 - terhadap sumur air bersih 3 meter
 - sumur resapan tangki septik 5 meter
 - pondasi bangunan 1 meter.

5

**PERHITUNGAN
SUMUR RESAPAN**

Komponen perhitungan:

1. Volume andil banjir
2. Volume air hujan
3. Volume penampungan
4. Jumlah sumur resapan

1. Volume andil banjir

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadiah} \cdot A_{tadiah} \cdot R \quad (1)$$

dimana :

- V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³)
- C_{tadiah} = koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)
- A_{tadiah} = Luas bidang tadah (m²)
- R = Tinggi hujan harian rata-rata (L/m²/hari)

ANGKA TINGGI HUJAN DI KOTA-KOTA DI INDONESIA

Untuk data tinggi hujan rata-rata harian 5 tahunan

No.	Nama Stasiun/ Kota	Durasi hujan (jam)	Tinggi hujan (mm/hari)
1.	Pasar kampar - Sumatera	1	87,5
2.	Muara Beliti - Sumatera	1	59,8
3.	Kota Bakti - Sumatera	1	54,6
4.	Silinda - Sumatera	1	62,8
5.	Beganding - Sumatera	1	55,4
6.	Maninjau - Sumatera	1	53,1
7.	Alahan Panjang - Sumatera	1	40,0
8.	Semarang - Sumatera	1	82,6
9.	Banda aceh - Sumatera	1	59,8
10.	Padang - Sumatera	1	88,4
11.	Rengat - Sumatera	1	81,4
12.	Jakarta - DKI Jakarta	1	78,3
13.	Bandung Ciparay - Jawa Barat	1	63,8
14.	Baturetno - Jawa Tengah	1	50,0
15.	Malang - Jawa Timur	1	60,5
16.	Pengaron - Kalimantan	1	88,4
17.	Tabau - Kalimantan	1	41,6
18.	Pontianak - Kalimantan	1	102,6
19.	Banjar baru - Kalimantan	1	66,7
20.	Bonto Sungu - Sulawesi	1	51,3
21.	Malino - Sulawesi	1	52,5
22.	Unaha - Sulawesi	1	47,5
23.	Poso - Sulawesi	1	66,3
24.	Manado - Sulawesi	1	70,0
25.	Kupang - Nusa Tenggara dan Bali	1	59,8

Sumber : Urban Hidrology manual, volume IV, 1994, Project WSTCF/092/020.

2. Volume air hujan yang meresap

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{total} \cdot K \quad (2)$$

dimana :

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam)

$t_e = 0,9 \cdot R^{0,92} / 60$ (jam)

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L / m^2 / \text{hari}$)

A_{total} = luas dinding sumur + luas alas sumur (m^2)

K = koefisien permeabilitas tanah (m / hari)

(untuk dinding sumur yang kedap, nilai $K_v = K_h$, untuk dinding tidak kedap diambil nilai $K_{rata-rata}$)

$$K_{\text{rata-rata}} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_{\text{total}}} \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

$K_{\text{rata-rata}}$ = koefisien permeabilitas tanah rata-rata (m/hari)

K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur (m/hari) = $2 K_b$

K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur (m/hari)

A_h = luas alas sumur dengan penampang lingkaran = $1/4 \pi \cdot D^2$ (m²)
 = luas alas sumur dengan penampang segi empat = $P \cdot L$ (m²)

A_v = luas dinding sumur dengan penampang lingkaran = $\pi \cdot D \cdot H$ (m²)
 = luas dinding sumur dengan penampang segi empat = $2 \cdot P \cdot L$ (m²)

3. Volume penampungan

$$V_{\text{storasi}} = V_{\text{ab}} - V_{\text{rsp}} \dots\dots\dots(4)$$

4. Tinggi dan jumlah sumur resapan

$$H_{\text{total}} = \frac{V_{\text{ab}} - V_{\text{rsp}}}{A_{\text{h}}} \dots\dots\dots (5)$$

$$n = \frac{H_{\text{total}}}{H_{\text{rencana}}} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

n = jumlah sumur resapan air hujan (buah);

H_{total} = kedalaman total sumur resapan air hujan (m);

H_{rencana} = kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m).

CONTOH PERHITUNGAN

1. Perhitungan Volume anfid banjir:

Ditetapkan : $C_{tadati} = 0,85$

$A_{tadati} = 100 \text{ m}^2$

$R = 63,8 \text{ mm/hari} \cong 63,8 \text{ L/m}^2/\text{hari}$ (Jawa barat)

lama menampung air hujan = 1 hari

Perhitungan :

$$\begin{aligned} V_{ah} &= 0,855 \cdot C_{tadati} \cdot A_{tadati} \cdot R \\ &= 0,855 \cdot 0,85 \cdot 100 \cdot 63,8 \\ &= 4637 \text{ Liter} \\ &= 4,637 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume penampungan (storasi) setelah hujan usai :

Ditetapkan : Diameter sumur (D) = 100 cm

Kedalaman sumur (H) = 200 cm

K tanah geluh kelanauan = 2 cm/jam = 0,48 m/hari \cong 0,48 m³/m²/hari

dan sebagai K_{vertikal} (K_v), dipakai untuk dinding tidak kedap;

$K_h = 2 K_v = 0,96$ m/hari

Durasi hujan (t_c) = $0,90 \cdot R^{0,92}$

= $0,90 \cdot 63,68^{0,92}$

= 42 menit \cong 0,7 jam

Untuk dinding tidak kedap digunakan $K_{rata-rata}$:

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_h + A_v}$$

$$\begin{aligned} A_h &= \text{luas alas sumur} = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 = 0,785 \text{ m}^2 \\ A_v &= \text{luas dinding sumur} = \pi \cdot D \cdot H = 6,28 \text{ m}^2 \\ A_{total} &= 7,065 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$K_{\text{rata-rata}} = \frac{0,48 \cdot 0,785 + 0,96 \cdot 6,28}{7,065} = 0,857 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$$

Air hujan meresap selama hujan dengan $t_e = 0,7$ jam

$$V_{\text{rsp}} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{\text{total}} \cdot K_{\text{rata-rata}}$$

$$V_{\text{rsp}} = \frac{0,7}{24} \cdot 7,065 \cdot 0,857 = 0,18 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{storasi}} = V_{\text{ab}} - V_{\text{rsp}}$$

$$= 4,673 \text{ m}^3 - 0,18 \text{ m}^3 = 4,493 \text{ m}^3$$

maka :

$$H = \frac{V_{\text{storasi}}}{A_b} = \frac{4,493}{0,785} = 5,72 \text{ m}$$

Untuk : $H_{\text{rencana}} = 2 \text{ m}$, diperlukan 3 buah sumbu.

Soal:

Investor merencanakan sebuah bangunan hotel berada di pusat Kota Semarang atas dengan luas lahan 2500 m².
Luas lantai dasar bangunan adalah 60%.

Direncanakan diameter setiap resapan adalah 1,2 m dengan kedalaman 3 m.

Hitung jumlah sumur resapan yang diperlukan !

Jawaban:

6

**MODEL / TIPE
SUMUR RESAPAN**

1. Sumur Resapan Dangkal

- tinggi muka air tanah > 0,5 m;
dan/atau
- berada pada lahan yang datar dan
berjarak minimum 1 m dari pondasi
bangunan.



Sistem konstruksi

- sumur resapan dangkal dibuat dalam bentuk bundar atau empat persegi dengan menggunakan batako atau bata merah atau buis beton;
- sumur resapan dangkal dibuat pada kedalaman di atas muka air tanah atau kedalaman antara 0,5 – 10 m di atas muka air tanah dangkal dan dilengkapi dengan memasang ijuk, koral serta pasir sebesar 25% dari volume sumur resapan dangkal;
- sumur resapan dangkal dilengkapi dengan bak kontrol yang dibangun berjarak + 50 cm dari sumur resapan dangkal yang berfungsi sebagai pengendap;
- sumur resapan dangkal dan bak kontrol dilengkapi dengan penutup yang dapat dibuat dari beton bertulang atau plat besi;
- membuat saluran air dari talang rumah atau saluran air di atas permukaan tanah untuk dimasukkan ke dalam sumur dengan ukuran sesuai jumlah aliran. Sumur resapan yang sumber airnya dialirkan melalui talang bangunan tidak perlu membuat bak kontrol; dan
- memasang pipa pembuangan yang berfungsi sebagai saluran limpasan jika air dalam sumur resapan sudah penuh.

2. Sumur Resapan Dalam

- diutamakan di daerah land subsidence dan/atau daerah genangan;
- penurunan muka air tanah dalam kondisi kritis;
- ketinggian muka air tanah > 4 m; dan/atau
- sumur resapan dalam dapat dipadukan dengan sumur eksploitasi yang telah ada dan/atau yang akan dibuat.



Sistem konstruksi

- sumur resapan dalam dibuat melalui pemboran dengan lubang bor tegak lurus dan diameter minimal 275 mm (11 inch) untuk seluruh kedalaman;
- diameter pipa lindung dan saringan minimal 150 mm (6 inch);
- kedalaman sumur resapan dalam disesuaikan dengan kondisi akuifer dalam yang ada;
- bibir sumur atau ujung atas pipa lindung terletak minimal 0,25 m di atas muka tanah dan dilengkapi dengan penutup pipa;
- saringan sumur bor harus ditempatkan tepat pada kedudukan akuifer yang disarankan untuk peresapan. Apabila akuifernya mempunyai ketebalan lebih dari 3 m, maka panjang minimal saringan yang dipasang harus 3 m, ditempatkan di bagian tengah akuifer;

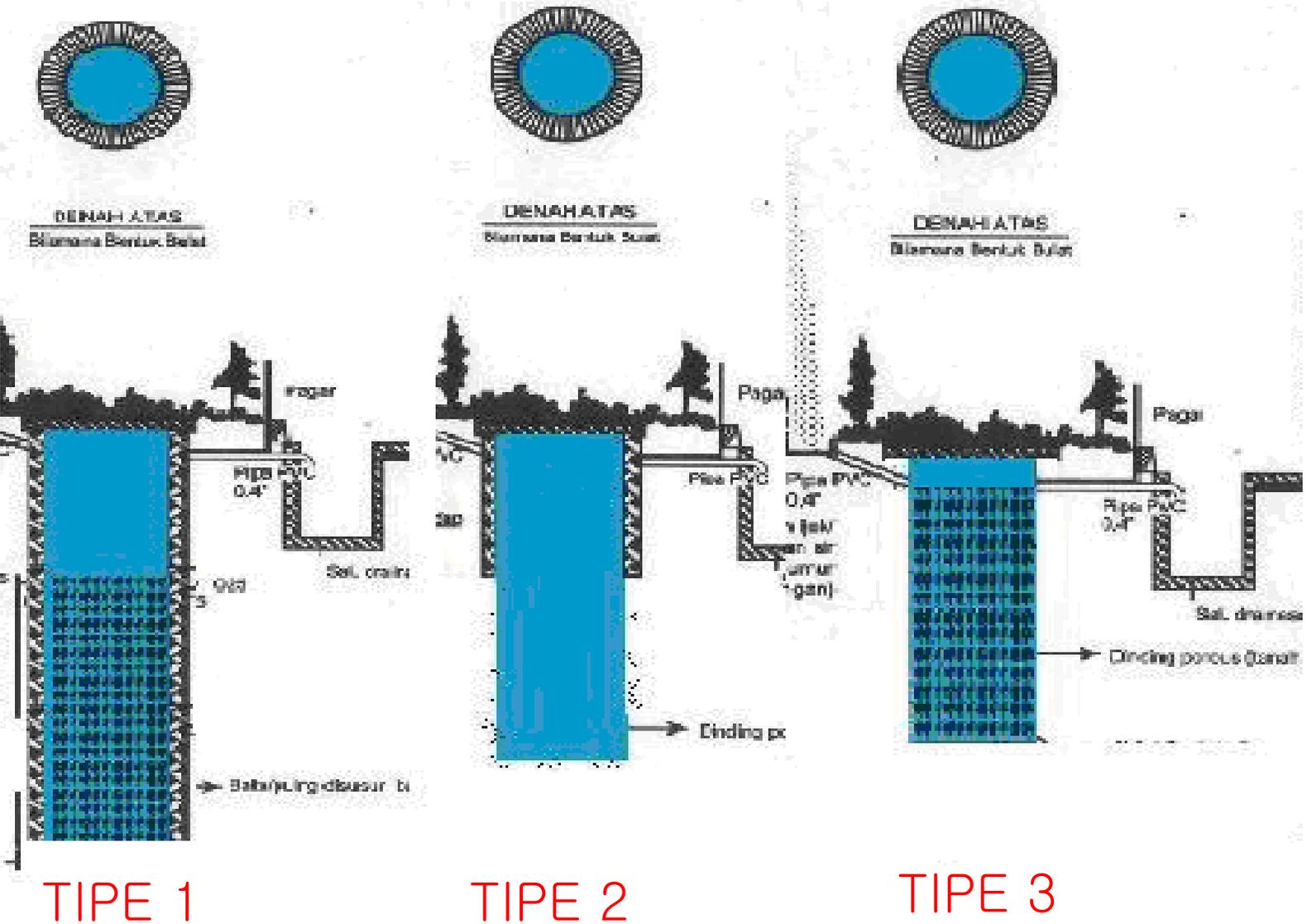
Sistem konstruksi

- ruang antara dinding lubang bor dan pipa lindung di atas dan di bawah pembalut kerikil diinjeksi dengan lumpur penyekat, sehingga terbentuk penyekat-penyekat setebal 3 m di bawah kerikil pembalut dan setebal minimal 2 m di atas kerikil pembalut;
- ruang antara dinding lubang bor dan pipa jambang di atas kerikil pembalut mulai dari atas lempung penyekat hingga kedalaman 0,25 m di bawah muka tanah harus diinjeksi dengan bubur semen, sehingga terbentuk semen penyekat;
- di sekeliling sumur harus dibuat lantai beton semen dengan luas minimal 1 m², berketebalan minimal 0,5 m mulai 0,25 m di bawah muka tanah hingga 0,25 m di atas muka tanah;

Sistem konstruksi

- sumur resapan dalam dilengkapi dengan 2 buah bak kontrol yang dibuat secara bertingkat dengan menggunakan batu bata, batako, atau cor semen secara berhimpit berukuran panjang 1 m, lebar 1,5 m, dan kedalaman 1,5 m, dasar bak kontrol disemen; dan
- untuk bak penyaring, dibuat dengan kedalaman 1 m dan diisi dengan pasir dengan ketebalan 25 cm, koral setebal 25 cm dan ijuk setebal 25 cm. Bak kontrol 2, dengan kedalaman 1,5 m diisi dengan ijuk setebal 25 cm, arang aktif setebal 25 cm, koral setebal 25 cm, dan ijuk setebal 25 cm.

Perbandingan Desain



TIPE 2

TIPE 1

TIPE 3

**Cocok Diterapkan
Di Permukiman Perkotaan**

Tanah Relatif
keras

Tanah Sangat
Rapuh

Dimensi (Volume)
dibutuhkan relatif kecil

Resapan Lebih
Besar

Tanah cukup keras

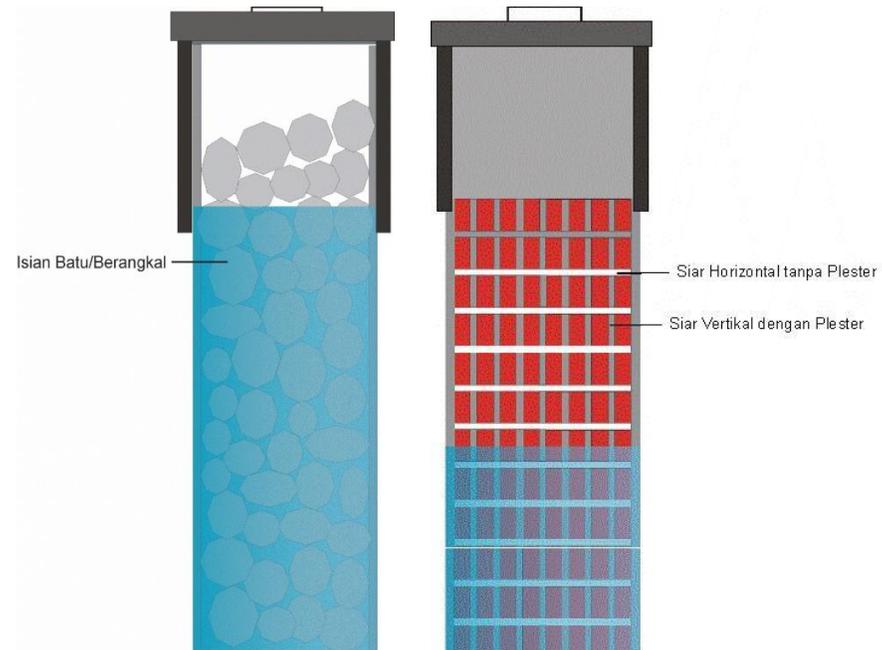
Jarang penduduk

Saran

Untuk kebutuhan-kebutuhan lahan yang khusus, dapat diaplikasikan alternatif desain sumur resapan yang lainnya :

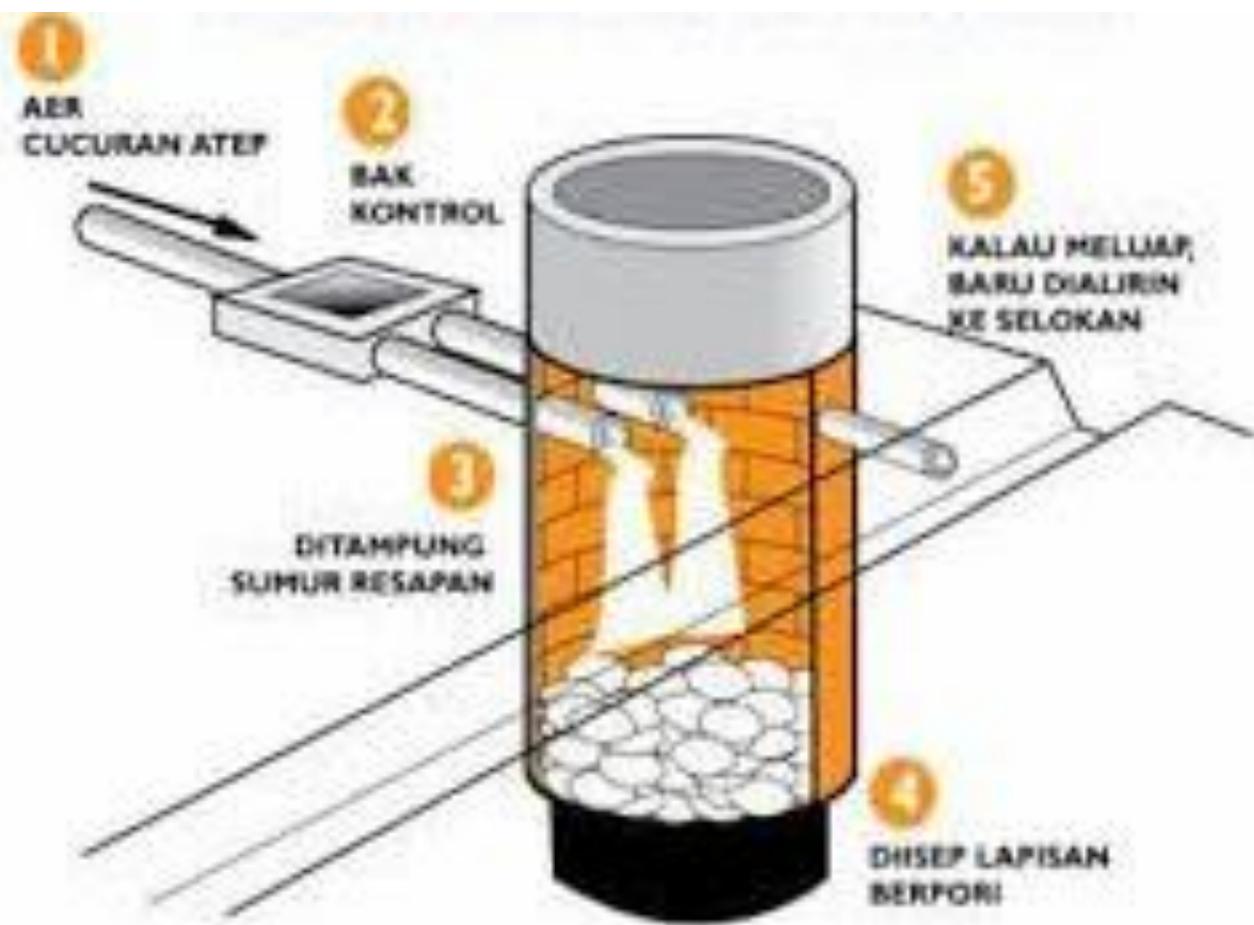
Tipe II dengan dinding porus diganti dengan pasangan bata siar tegak/datar berongga (untuk daerah dengan beban bangunan tinggi)

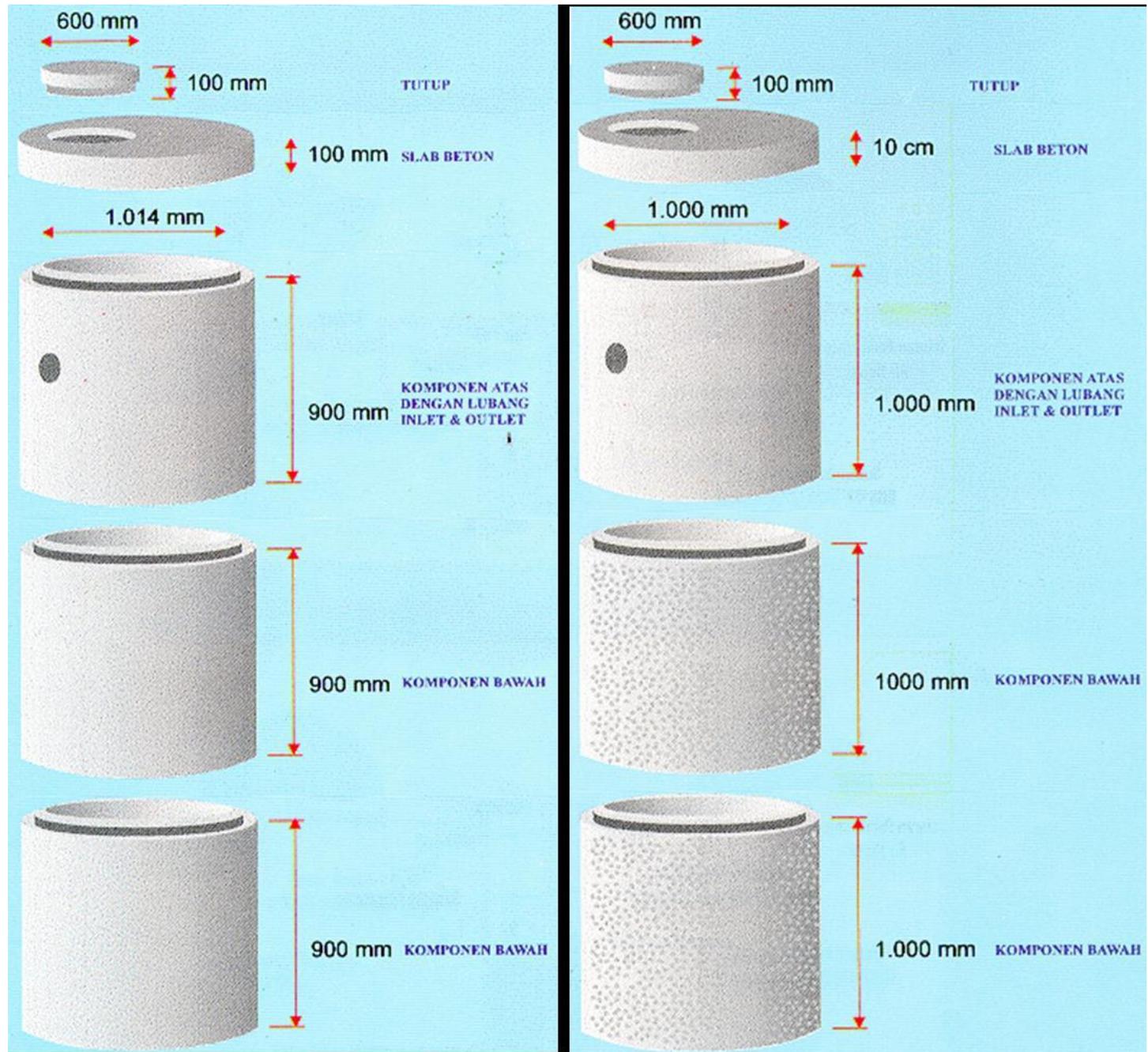
Tipe II dengan isian batu untuk daerah dengan kelerengan tinggi atau tanah yang mudah geser namun mempunyai permeabilitas yang baik



7

DESAIN TEKNIK

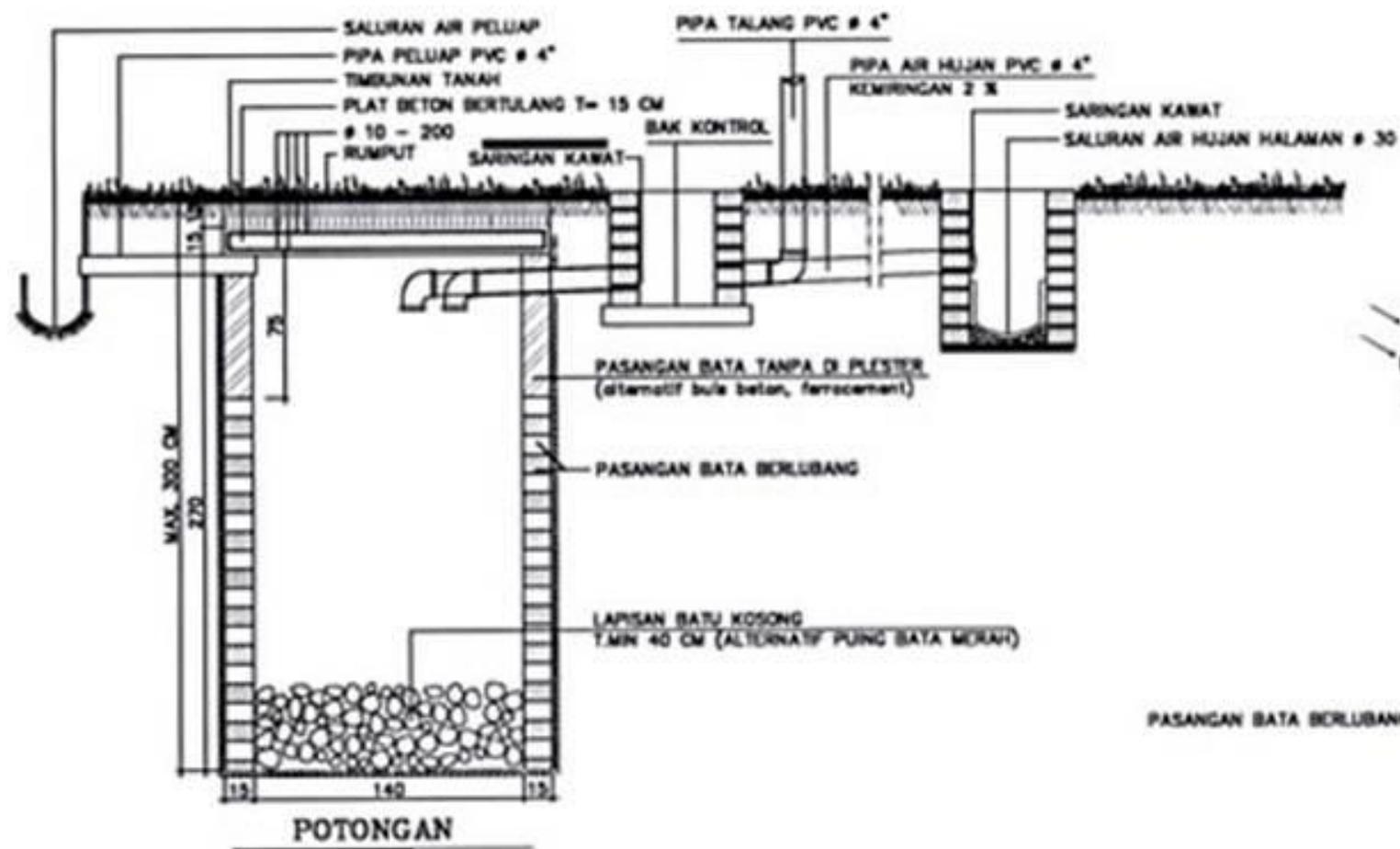




SUMUR RESAPAN KOMUNAL

JAKARTA
KAMI INGIN PERUBAHAN!







Baju Arie Wibawa, ST, MT.
Kaprodri Arsitektur
Fakultas Teknik
Universitas PGRI Semarang
E-mail: *bayu.ariwibawa@gmail.com*

Terima kasih