



PENGANTAR PENGOLAHAN AIR

TL 4001 Rekayasa Lingkungan 2009
Program Studi Teknik Lingkungan ITB



Air Kebutuhan Utama Manusia

- Bagi manusia, air minum adalah salah satu kebutuhan utama, untuk kebutuhan: minum, mandi, cuci, dsb
- Air minum yang ideal adalah:
 - ☐ jernih
 - ☐ tidak berwarna
 - ☐ tidak berbau
 - ☐ tidak berasa
 - ☐ tidak mengandung kuman dan zat-zat yang berbahaya
- Tujuannya adalah: mencegah terjadinya serta meluasnya penyakit bawaan air (water-borne-diseases)
- Di negara maju standar air minum sudah sangat tinggi, sehingga tersedia air yang siap minum dimana saja (*potable water*). Sedang di Indonesia, kualitas air minum yang memenuhi syarat belum dapat tercapai, sehingga sistem penyediaan air minum yang disediakan oleh PDAM baru disebut air bersih bukan air minum.



Konservasi Sumber Daya Air

Pemakaian air bersih penduduk perkotaan di Indonesia :

- Pelayanan Secara Langsung : 100-200 liter/orang/hari
- Pelayanan dengan keran umum : 20-40 liter/orang/hari

Beberapa kota di dunia (liter/orang/hari) tahun 1974-1975 :

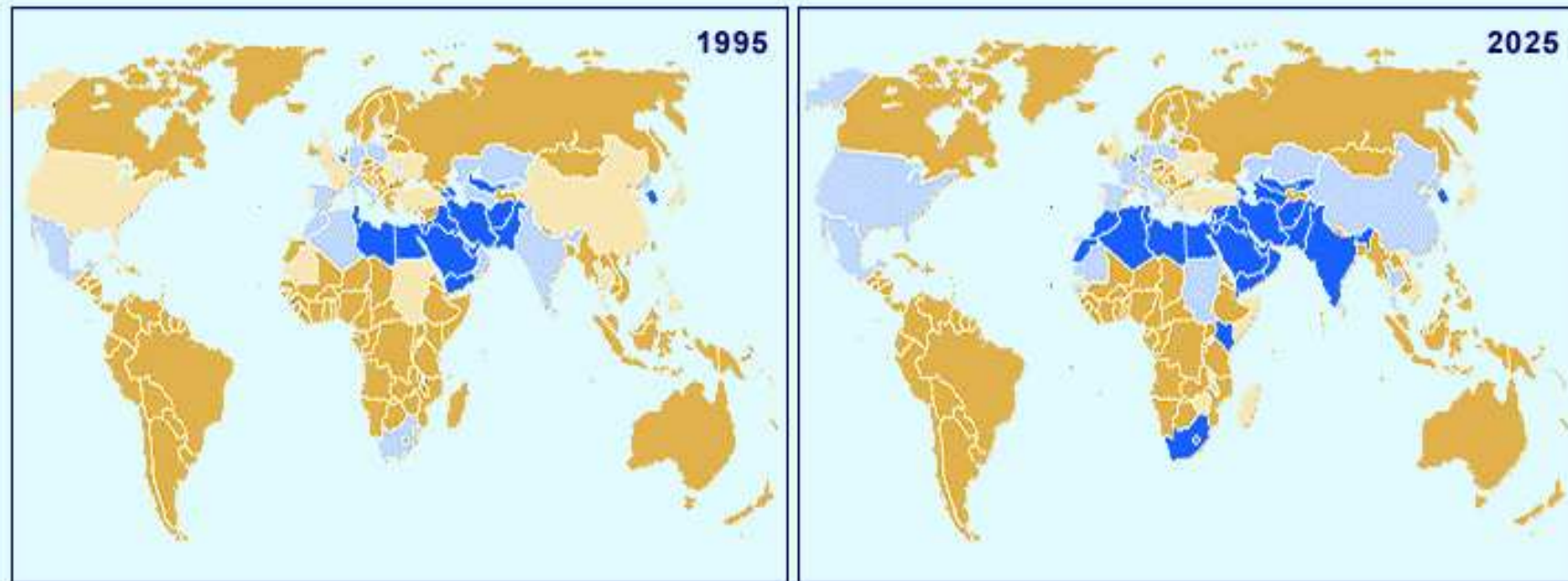
- San Fransisco : 1457
- Wina : 317
- Amsterdam : 215
- London : 286
- Tokyo : 444
- Paris : 320
- Ankara : 180

Konservasi Sumber Daya Air...(3)

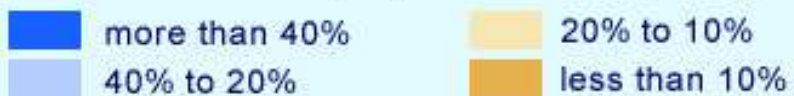
Penggunaan Air Minum liter/orang/hari

Pemakaian	Bandung	Denpasar	USA	Jepang
Minum	0,6	13,3	0,4	0,6
Masak	1,4	13,3	1,9	4,0
Cuci alat dapur	13,0	7,8	1,2	2,4
Buang air besar	8,0	8,1	12,3	18,0
Buang air kecil	6,0	8,1	30,9	12,0
Cuci tangan	-	-	7,7	12,0
Pembersihan rumah	2,0	3,6	3,0	6,0
Mandi	36,0	45,5	30,6	30,0
Cuci pakaian	11,0	8,0	5,1	9,0
Menyiram tanaman	4,0	6,6	-	-
Mencuci kendaraan	1,0	2,9	-	-
Wudhu/ibadah	17,0	1,4	-	-
Lain-lain	-	2,8	6,9	6,0

Where were there water shortages in 1995 and where will it be scarce in 2025?

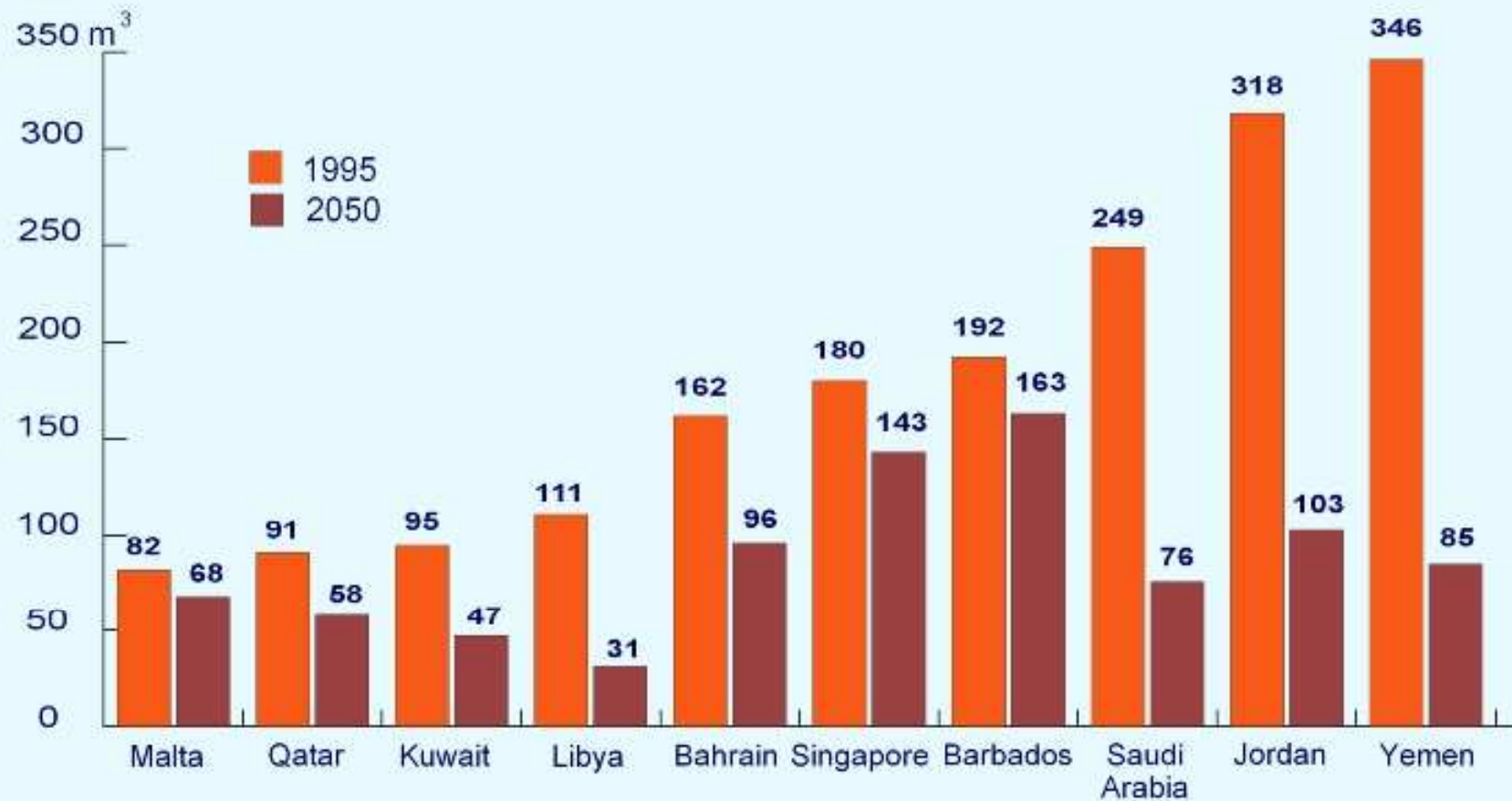


Water extraction as proportion of total quantity available



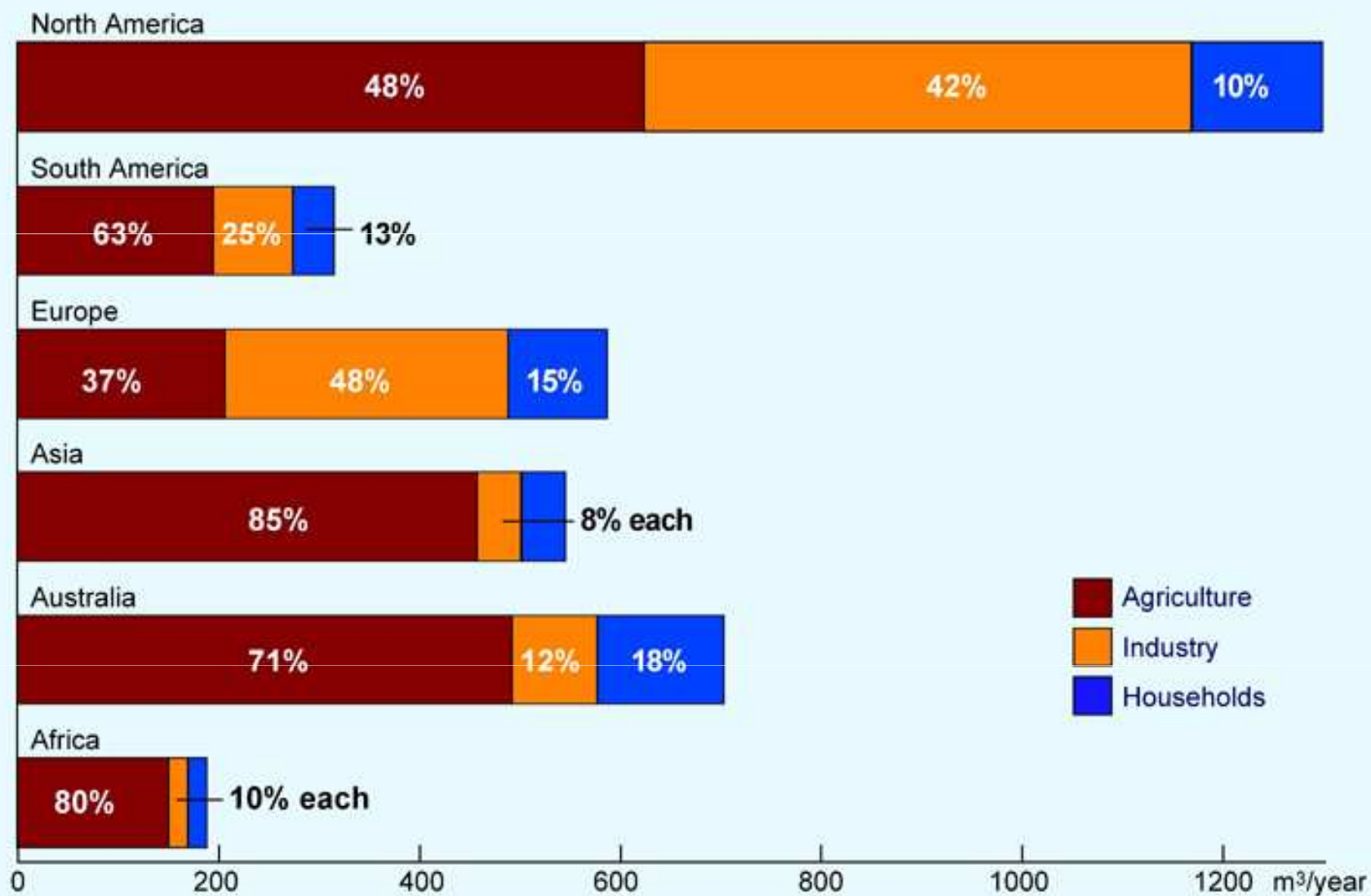
Source: WMO and others 1996

Water availability in critical regions



Source: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung from Tom Gardner-Outlaw/Robert Engelmann; FAZ Newspaper dated 29 Dec. 1997

Water consumption in agriculture, industry and households



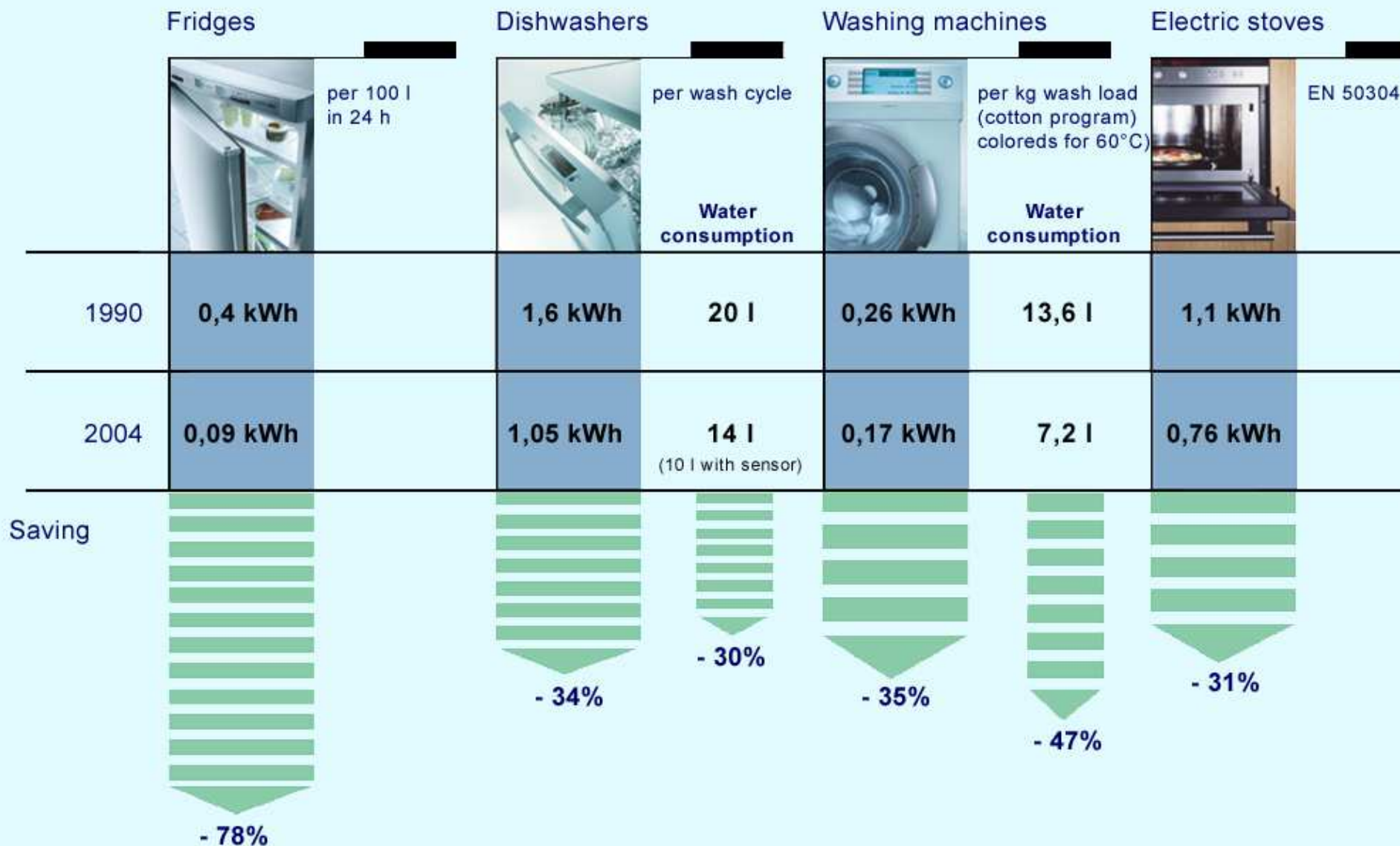
Source: Peter H. Gleick, Pacific Institute

Daily water consumption in households

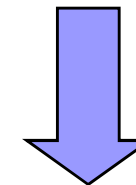
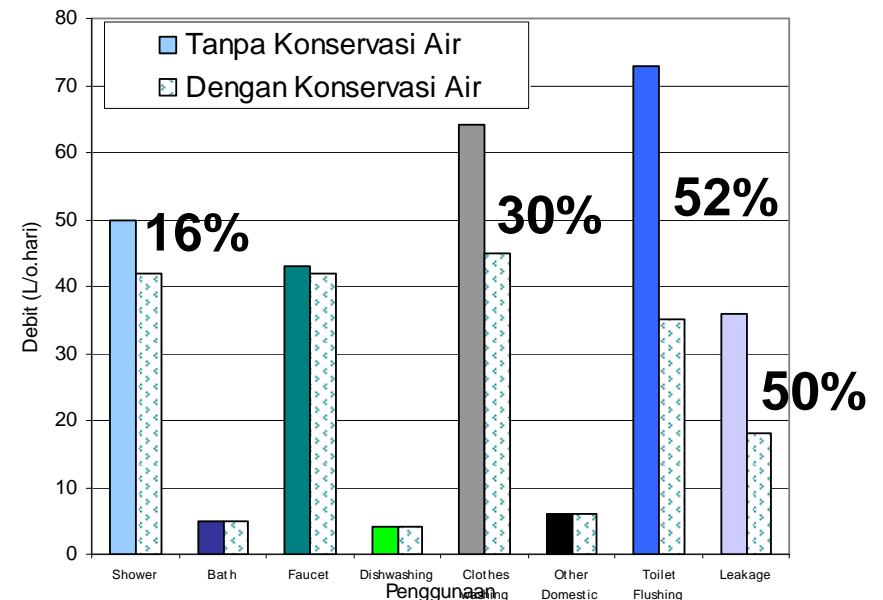
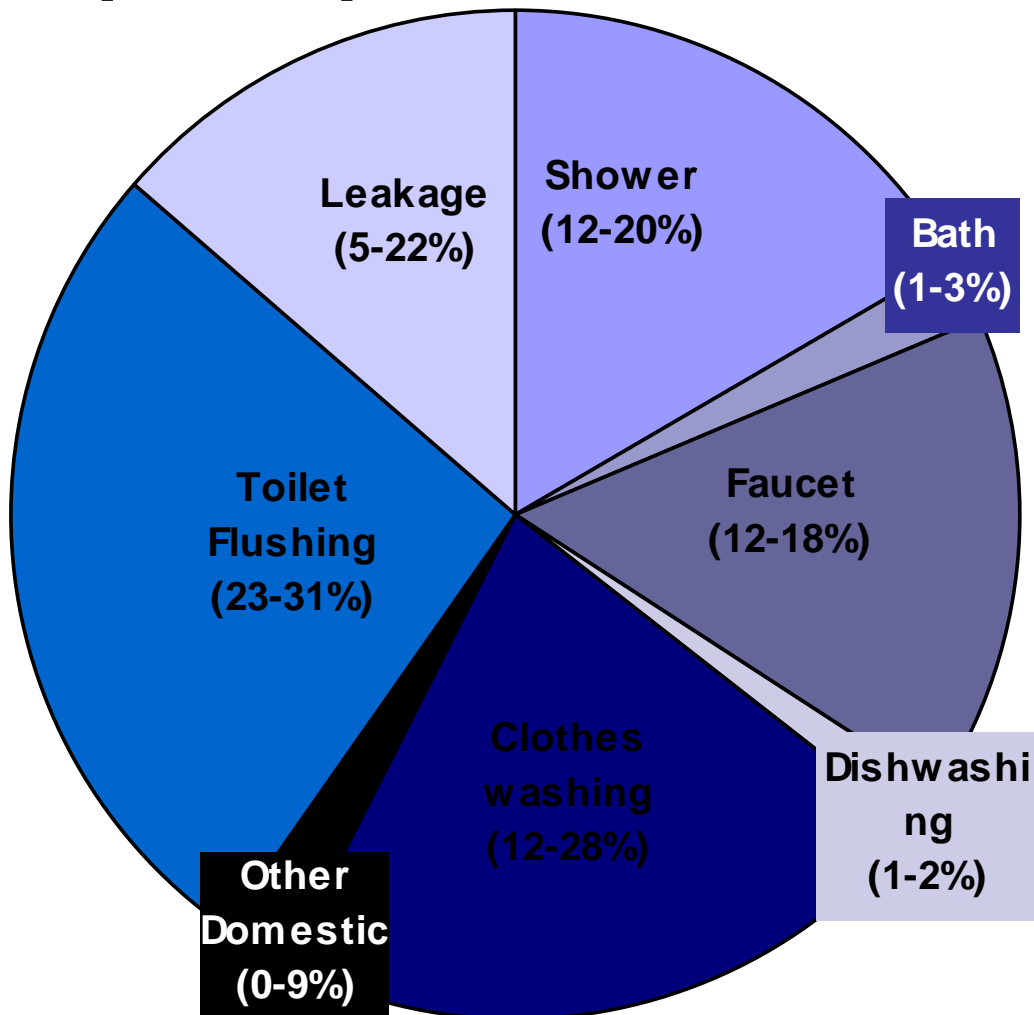


Source: own calculations based on Peter H. Gleick, Pacific Institute

% change in electricity and water consumption (1990 - 2004)

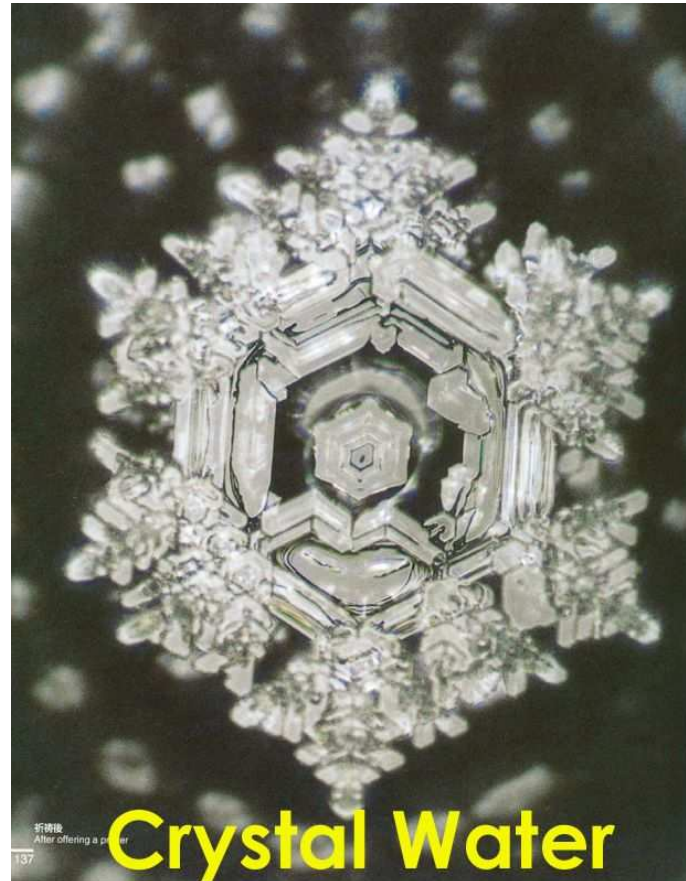
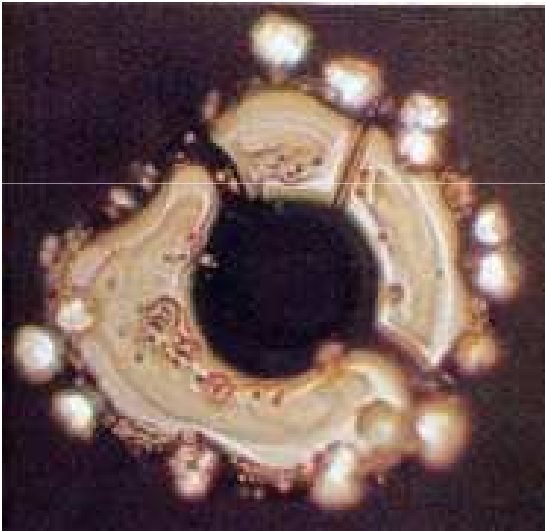


Distribusi Pemakaian Air Domestik (USA)



30%

Kristal Air



Sumber : www.orgsites.com
(diakses 17 Februari 2009)

Kriteria dan Standar

- Kriteria dan standar kualitas air didasarkan atas :
 - Kesehatan : logam dan logam berat, anorganik (nitrit), zat organik
 - Estetika : bau, rasa, warna
 - Teknis : the best technology available atau best practical technology
 - Toksisitas : efek racun
 - Polusi : mencegah teremisinya pencemar ke lingkungan
 - Ekonomi : kerugian-kerugian ekonomi
- Standar air minum di indonesia : diterapkan untuk sumber air minum (air baku) dan air minum sehingga tidak akan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia :
 - Standar sumber air minum (air baku) : PP 82/2001
 - Standar air minum : Keputusan Menkes No. 907/2002

Drinking Water Standard

Parameter	Unit	Drinking Water Standard							
		PP 32 Class 1	PP 20 Cat. A	PERME NKES	WHO	US EPA	Australia	Canada	EEC
Physical									
Temperature	°C	Dev.3	Dev.4	Dev.5			*		
Dissolved Solid	mg/L	1000	1000	1000	1000	500	*	500	*
Supended Solid	mg/L	50					*		
Inorganic Chemistry									
pH (range)	mg/L	6 s.d 9	6.5 s.d 8.5	6.5 s.d 8.5	< 8.0	6.5 s.d 8.5	*	6.5 s.d 8.5	*
BOD	mg/L	2							
COD	mg/L	10							
DO (minimum value)	mg/L	6					*		
Total Phosphate as P	mg/L	0.2							
Aluminum	mg/L		0.2		0.2	0.2	*	*	0.2
Arsenic	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05	0.007	0.025	0.01
Barium	mg/L	1	1	1	0.7	2	0.7	1	*
Boron	mg/L	1			0.3	*	0.3	5	1
Cadmium	mg/L	0.01	0.005	0.005	0.003	0.005	0.002	0.005	0.005
Chromium (VI)	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05
Chloride	mg/L	600	250	0.005	250	250	*	250	250
Free Chlorine	mg/L	0.03			5	*	*	*	*
CaCO ₃ - Hardness	mg/L		500				*		
Cobalt	mg/L	0.2							
Copper	mg/L	0.02	1	1	1	1	2	1	2
Cyanide	mg/L	0.02	0.1	0.1	0.07	0.2	0.08	0.2	0.05
Flouride	mg/L	0.5	0.5	1.5	1.5	4	1.5	1.5	1.5
Iron	mg/L	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	*	0.3	0.2
Lead	mg/L	0.03	0.05	0.05	0.01	0.015	0.01	0.01	0.01
Manganese	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.5	0.05	0.05
Mercury	mg/L	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
Nickel	mg/L				0.02	0.1	0.02	*	0.02

Parameter	Unit	Drinking Water Standard							
		PP 32 Class 1	PP 20 Cat. A	PERME NKES	WHO	US EPA	Australia	Canada	EEC
Physical									
NH ₃ -N	mg/L	0.5			1.5	*	*	*	0.5
Nitrate as N	mg/L	10	10		50	10	50	10	50
Nitrite as N	mg/L	0.06	1	10	3	1	3	3.2	0.5
Selenium	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01
Sodium	mg/L		200		200	*	**	200	200
Sulphate	mg/L	400	400	400			500		
Sulphur as H ₂ S	mg/L	0.002	0.05	0.05					
Zinc	mg/L	0.05	5	5	3	5	*	5	*
Microbiology									
Fecal coliform	count/10 0 mL	100	0	0	0	*	0	*	*
Total Coliform	count/10 0 mL	1000	3	0	0	*	0	10	*
Radioactivity									
Gross-A	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	15 pCi/L	0.1	*	*
Gross-B	Bq/L	1	1	1	1	*	0.5	*	*
Organic Chemistry									
Aldrin/Dieldrin	µg/L	17	0.7	0.7	0.03	*	0.3	0.7	*
BHC	µg/L	210		0					
Chlordane	µg/L	3	3	3	0.2	2	1	*	*
DDT	µg/L	2	30	30	2	*	20	3	*
Detergent as MBS	µg/L	200	500	0.05					
Endrin	µg/L	1			*	2		0.2	*
Fat and Grease	µg/L	1000							
Phenol Compound as Phenol	µg/L	1							
Heptachlore and Heptachlore epoxide	µg/L	18	3	3	0.06	0.6	0.3	6	*
Lindane	µg/L	56	4		2	0.2	20	4	*
Methoxychlore	µg/L	35	30	30	20	4	300	900	*
Toxaphene	µg/L	5			*	3		*	*

Parameter Fisik Air

- Suspended solid ($>10^{-3}$ mm)
 - Koloid (10^{-6} mm - 10^{-3} mm)
- Turbiditas (absorbed/scattered)
- Warna (dissolved solid, $<10^{-6}$ mm)
 - Zat tannin pada kayu dan humus → warna kuning
 - Oksida besi → warna merah
 - Oksida mangan → warna coklat/hitam
- Rasa dan bau
- Temperatur



Parameter Kimia Air

- Total Dissolved Solids (ion balance)
 - Major constituents (1-1000 mg/L): Sodium, calcium, magnesium, bicarbonate, sulfate, chloride
 - Secondary constituents (0.01-10 mg/L): iron, strontium, potassium, carbonate, nitrate, flouride, boron, silica

Parameter Kimia Air (2)

- Alkalinitas: jumlah ion dalam air yang akan bereaksi dengan ion hidrogen
 - Sumber: bikarbonat (HCO_3^-), karbonat (CO_3^{2-}) hidroksida (OH^-), HSiO_3^- , H_2BO_3^- , dll.
- Kesadahan (Hardness) : konsentrasi kation logam dalam larutan.
 - Dalam kondisi supersaturasi (sangat jenuh) akan bereaksi dengan anion membentuk endapan

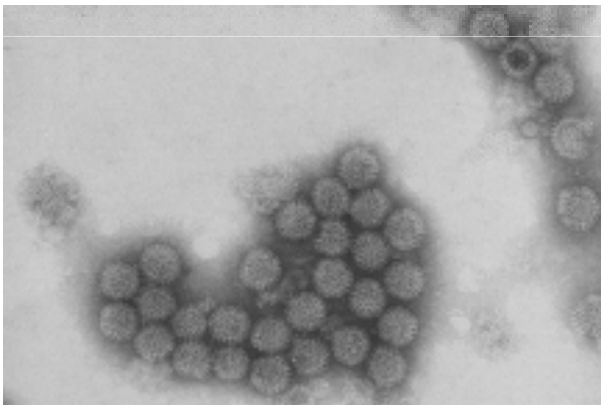
Parameter Kimia Air (3)

- Florida
- Logam → karsinogenik
- Zat organik
 - BOD (Biochemical Oxygen Demand): jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroba untuk mengkonsumsi zat organik
- Nutrien (untuk pertumbuhan): karbon, nitrogen, fosfor

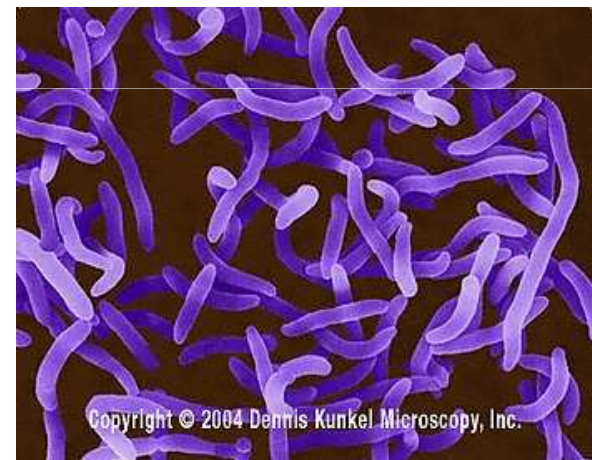
Parameter Biologi Air

■ Patogen

- Bakteri → kolera (bakteri *Vibrio comma*), tifus (bakteri *Salmonella thyposa*),
- Virus → diare, meningitis, hepatitis
- Protozoa (hewan tingkat terendah)
- Helminth (parasitic worms)



rotavirus



Vibrio comma



Proses Alamiah Air

- Sedimentasi/pengendapan
- Filtrasi
- Transfer gas
 - Solubilitas/kelarutan
 - Kecepatan transfer
- Transfer panas



Proses Alamiah Air (2)

- Proses kimia → konversi kimia
- Proses biokimia → proses metabolik
- Mikroorganisma di air
 - Bakteri
 - Protozoa
 - Alga
 - Lainnya (rotifers, crustacea)



PENGOLAHAN AIR



■ **Kriteria air minum :**

- Kualitas : memenuhi persyaratan agar berfungsi secara baik dalam penggunaannya
- Kuantitas : memenuhi kebutuhan agar jumlahnya cukup sesuai kebutuhan
- Kontinuitas : tersedia dan terjangkau setiap saat

■ **Kualitas :**

- Kualitas fisik : bau, rasa, warna, suhu dan kekeruhan
- Kualitas kimiawi :
 - Anorganik : ditoleransi hingga batas-batas tertentu, terutama dampaknya terhadap kesehatan. Contoh maksimum konsentrasi Cu = 1 mg/l, Zn = 5 mg/l
 - Organik : dibatasi karena dapat bersifat toksik (baik karsinogen, maupun npn-karsigen), seperti senyawa aktif pembentukan pestisida dll
- Kualitas biologi : indikator pencemaran air oleh aktivitas domestik, contoh : bakteri *eschericia coli*
- Kualitas radioaktif : bebasdari zat radioaktif

Syarat Sumber Air

- **Syarat sumber air, terpenuhi :**
 - Kuantitas : jumlah
 - Kualitas : mutu
 - Kontinuitas : ketersediaan air
- **Sumber-sumber air :**
 - Air hujan : Kurang mineral, Tergantung musim
 - Air tanah :
 - Dangkal : kuantitas terbatas, kualitas tergantung air permukaan, kontinuitas tergantung infiltrasi
 - Dalam : kuantitas relatif cukup, kualitas cukup baik, namun kontinuitas tidak terjamin
 - Mata air : kuantitas kecil, kualitas relatif bagus, kontinuitas belum tentu terjamin
 - Air permukaan :
 - Sungai : kuantitas dapat diandalkan, namun kualitasnya sedang-buruk, kontinuitas membutuhkan studi hidrologi
 - Danau
 - Laut : membutuhkan teknologi tinggi



Jenis Pengolahan Air Bersih

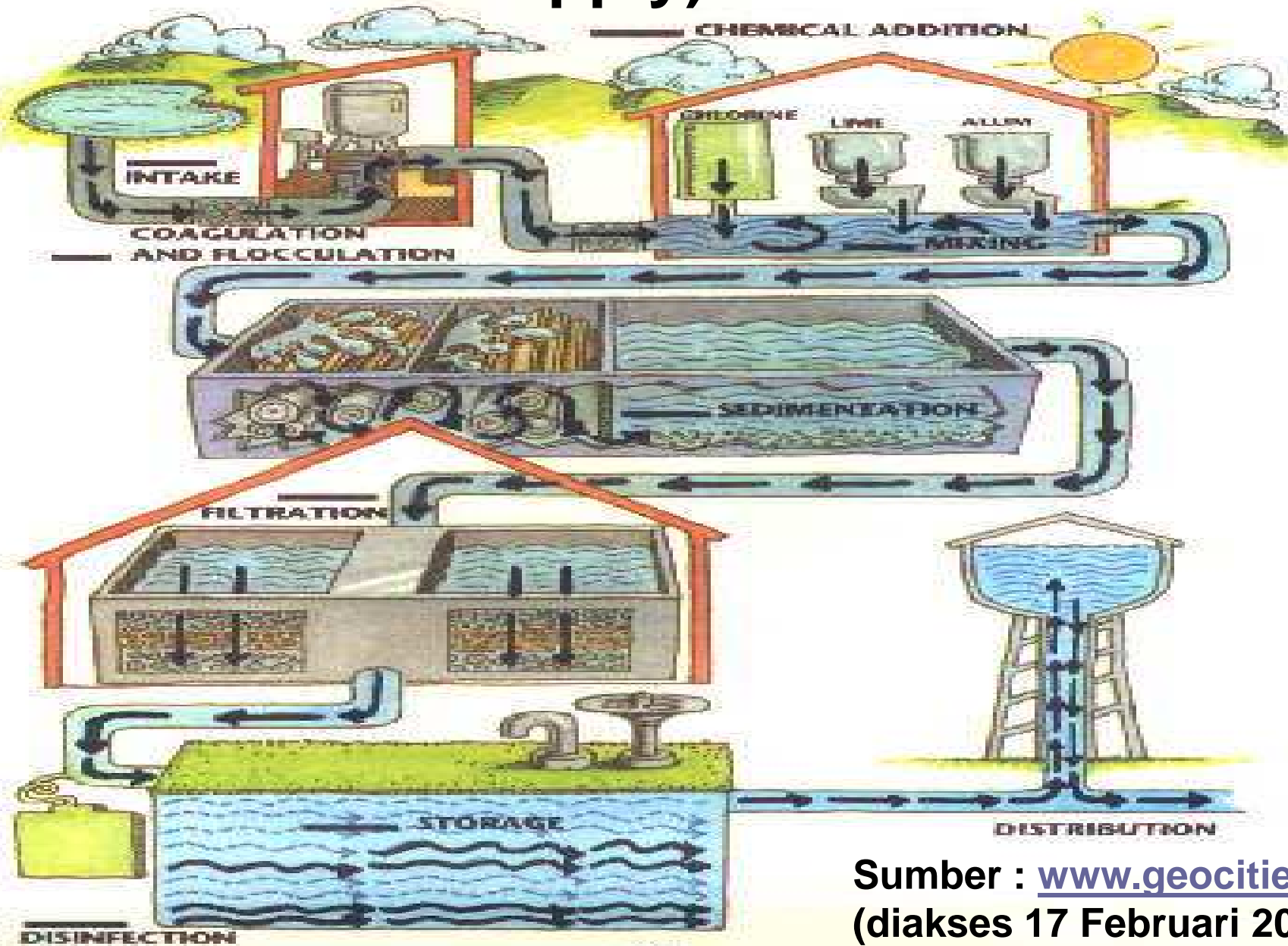
■ Jenis pengolahan air bersih secara umum:

- **Penjernihan** : bertujuan menurunkan kekeruhan, Fe dan Mn
- **Pelunakan** : bertujuan menurunkan kesadahan air
- **Desinfeksi** : bertujuan membunuh bakteri patogen

■ Jenis proses pengolahan air bersih:

- **Secara fisika** : tidak ada penambahan zat kimia (aditif), contoh: pengendapan, filtrasi, adsorpsi, dll
- **Secara kimiawi** : penambahan bahan kimia sehingga terjadi reaksi kimia. Contoh penyisihan logam berat, pelunakan, netralisasi, klorinasi, ozonisasi, UV, dsb dsb
- **Secara biologi** : memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Contoh saringan pasir lambat

Water Treatment Plant (Surface Water Supply)



Sumber : www.geocities.com
(diakses 17 Februari 2009)

Penjernihan Air

- Karakteristik tipikal air permukaan di Indonesia adalah masalah **kekeruhan**, yang berfluktuasi tergantung musim. Sehingga sasaran utama adalah “jernih”
- Rangkaian proses penjernihan tergantung dari:
 - **Suspensi koloidal**:
 - Stabil sehingga sulit diendapkan
 - Ukuran $10^{-3} - 10^{-6}$ mm, memiliki kecepatan mengendap sekitar 1 mm/jam sampai 1 mm/tahun
 - **Non koloidal** dapat terendapkan (*settleable*):
 - Tidak stabil
 - Siap untuk mengendap
- Proses penjernihan air akan melibatkan unit-unit operasi dan proses berdasarkan sifat fisik dan kimia dari koloid

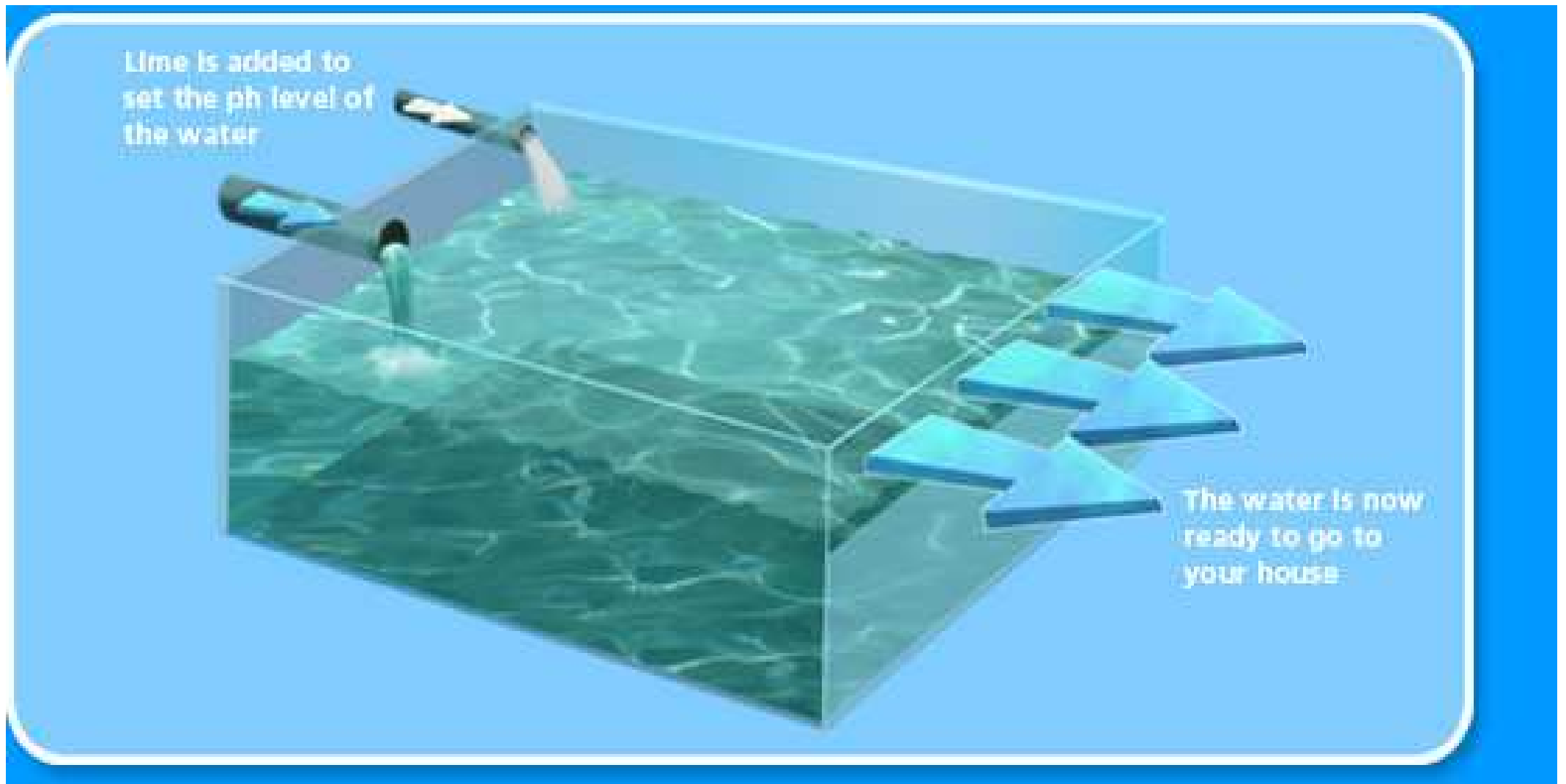
Konfigurasi penjernihan air

- Koloid dengan kekeruhan tinggi
conditioning → koagulasi + flukolasi → sedimentasi
→ filtrasi → distribusi → desinfeksi
- Koloid dengan kekeruhan sedang atau rendah:
conditioning → koagulasi + flokulasi → filtrasi
→ distribusi → desinfeksi
- Koloid dengan kekeruhan rendah:
conditioning → saringan pasir lambat → desinfeksi
- Non koloid:
 - Filtrasi langsung (direct filtration)
 - Pengendapan langsung (direct sedimentation)
 - Kombinasi filtrasi dan sedimentasi

Unit-unit Pengolahan

- Conditioning:
 - Pengaturan pH
 - Penambahan kekeruhan
 - Pra-sedimentasi: pengendapan partikel diskrit, misal: pasir
- Koagulasi:
 - Destabilisasi partikel koloid
 - Pembubuhan bahan kimia: koagulan, misal koagulan, misal: tawas
 - Dilakukan pengadukan cepat (*rapid mixing*):
 - Hidrolis: terjunan atau hidrolik jump
 - Mekanis: menggunakan batang pengaduk
 - Lamanya proses: 30 – 90 detik
- Flokulasi:
 - Pembentukan dan pembesaran flok
 - Dilakukan pengadukan lambat (*slow mixing*):
 - Pneumatis
 - Mekanis
 - Hidrolis
 - Waktu operasi: 15 – 30 menit

Koreksi pH



Proses Koadulasi - Flokulasi

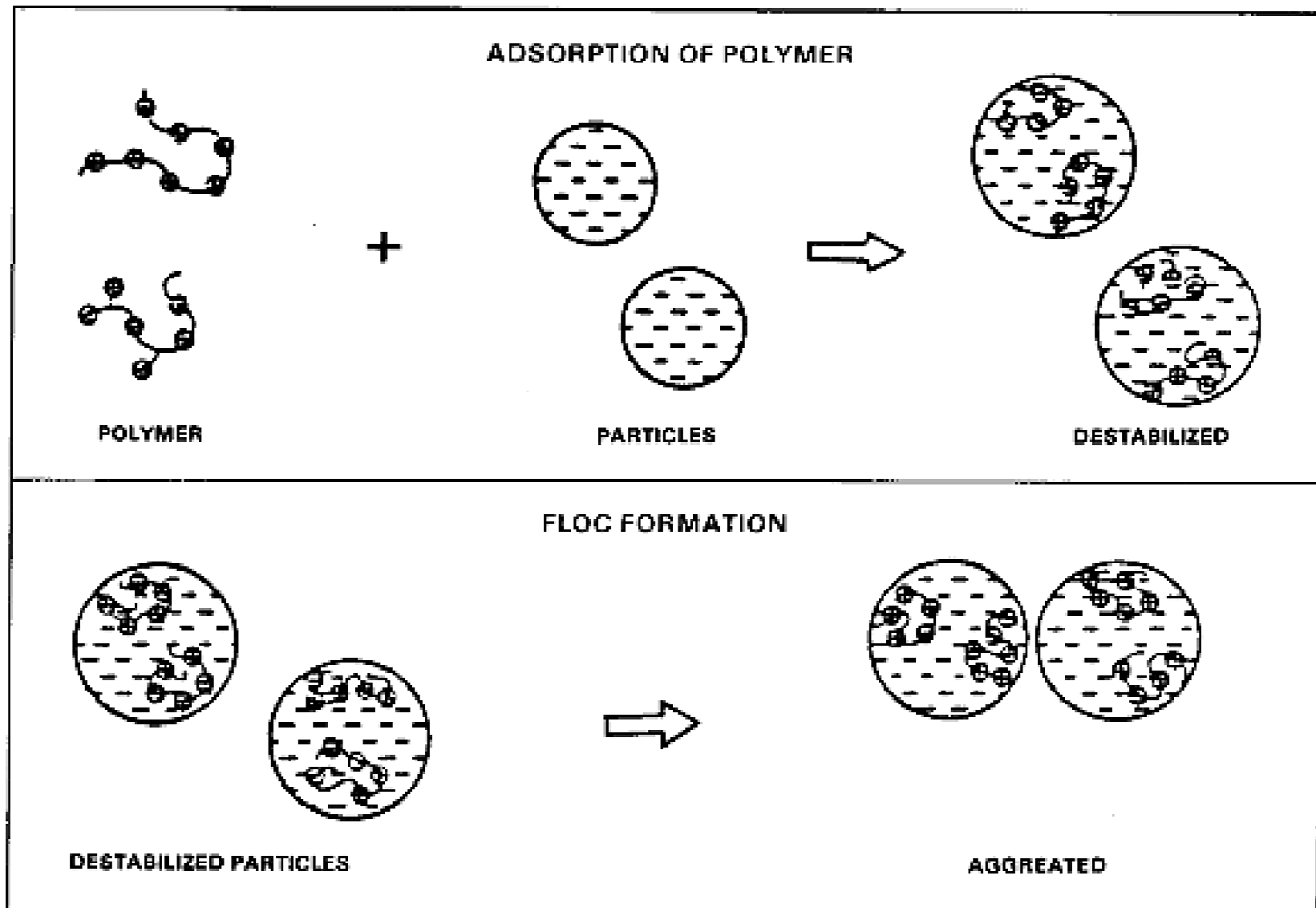
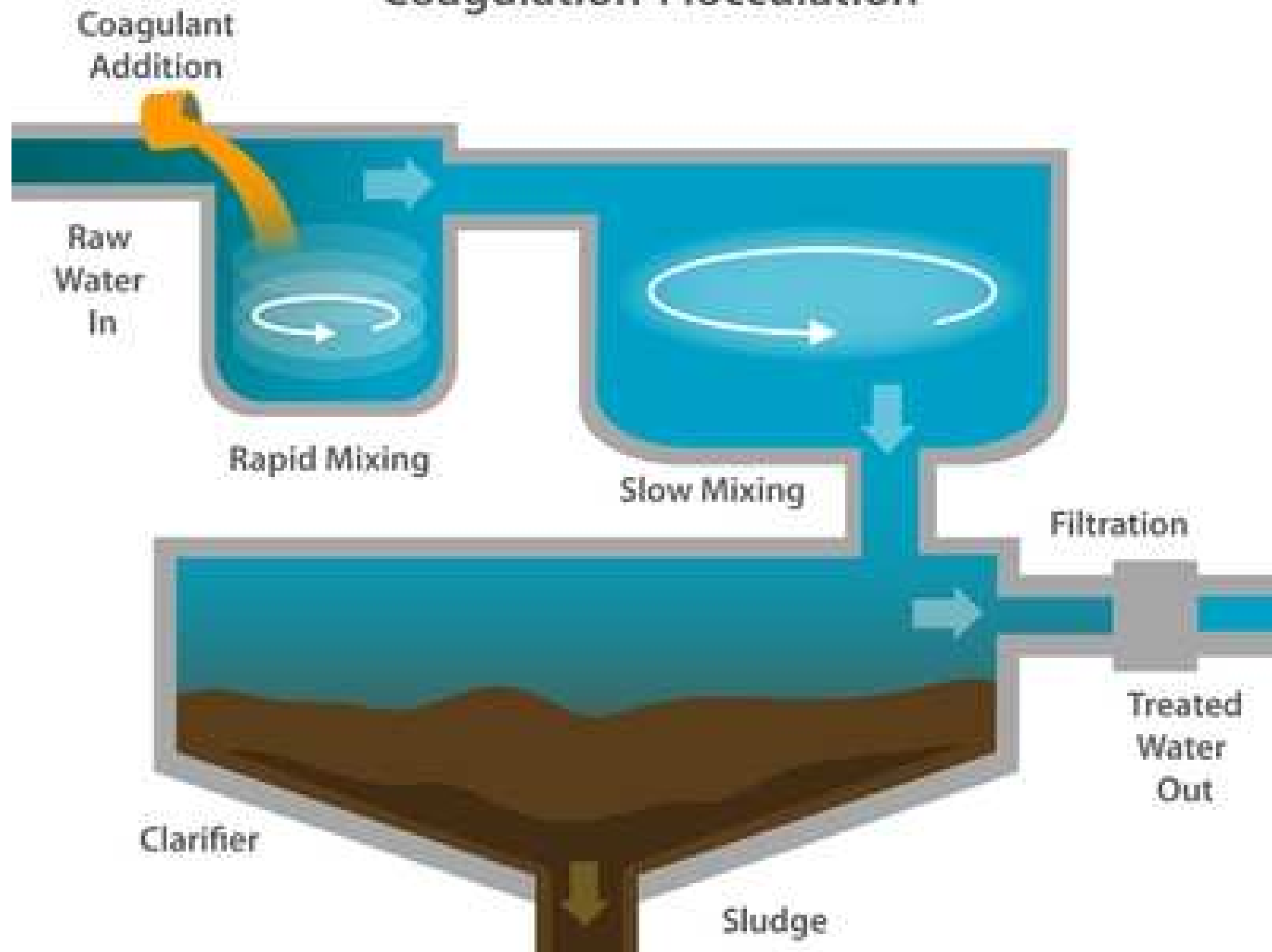
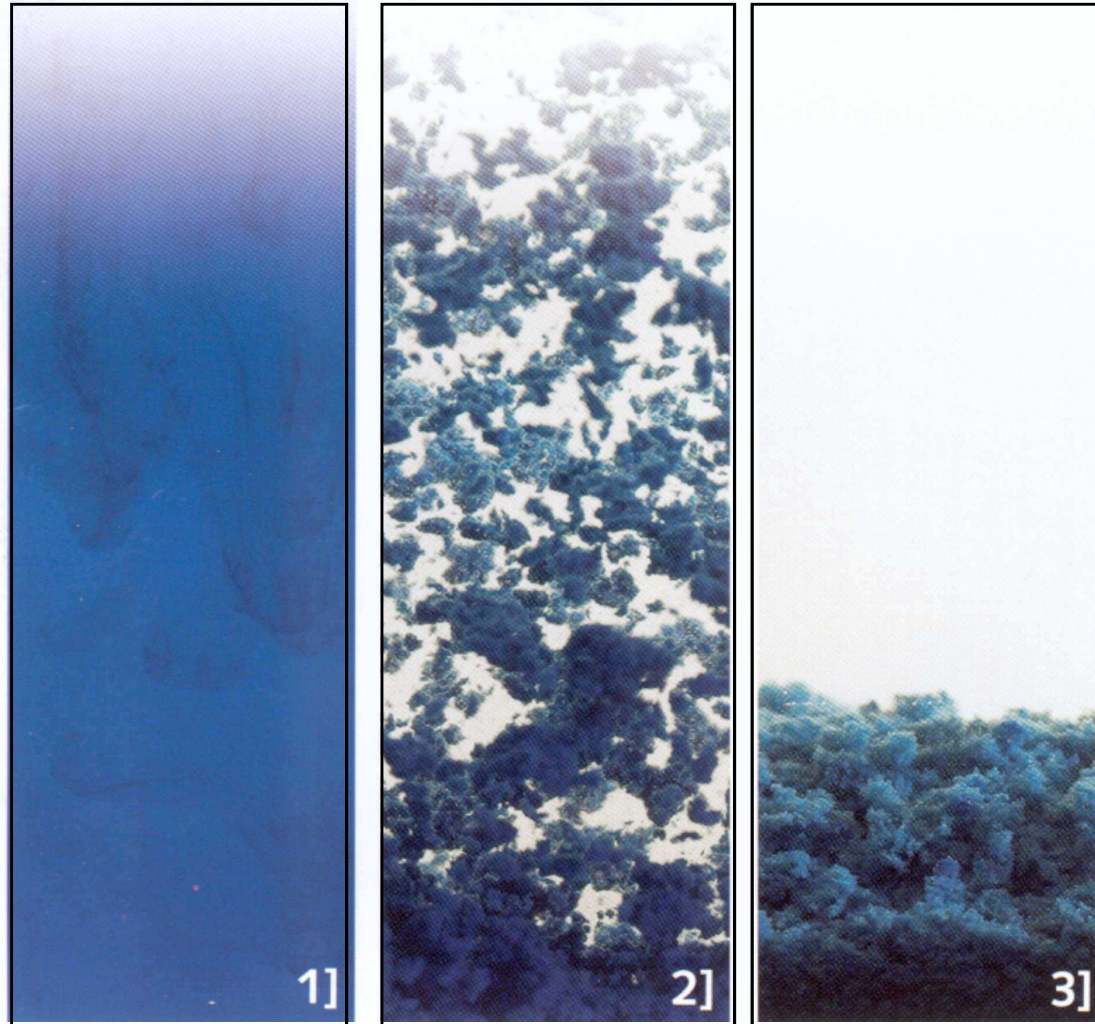


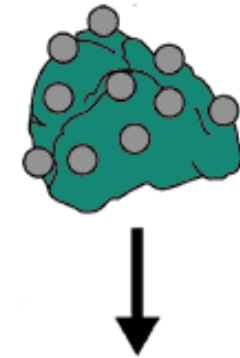
Figure 1-2. Floc formation process

Coagulation-Flocculation

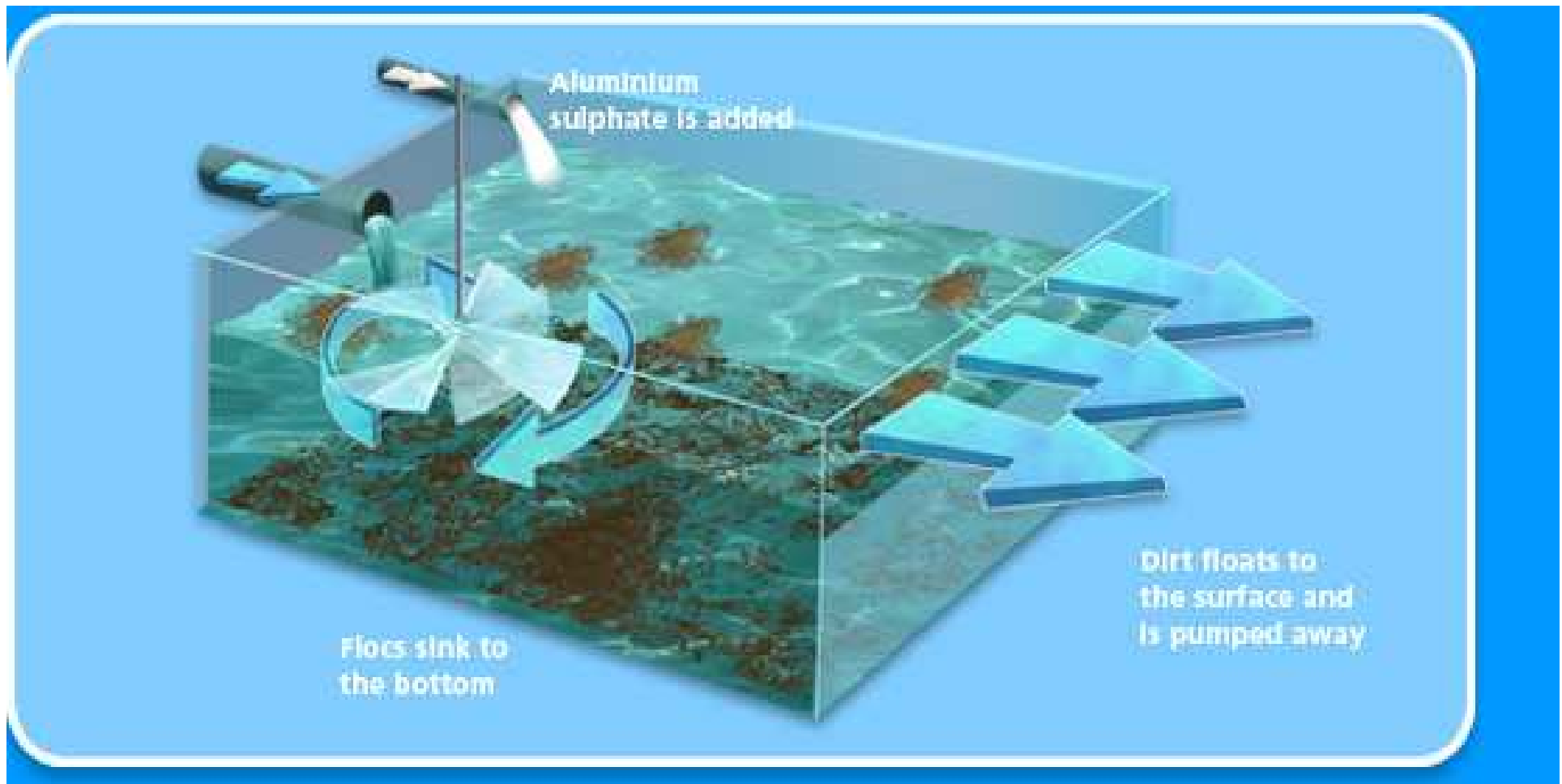


Flokulasi Partikel Koloid

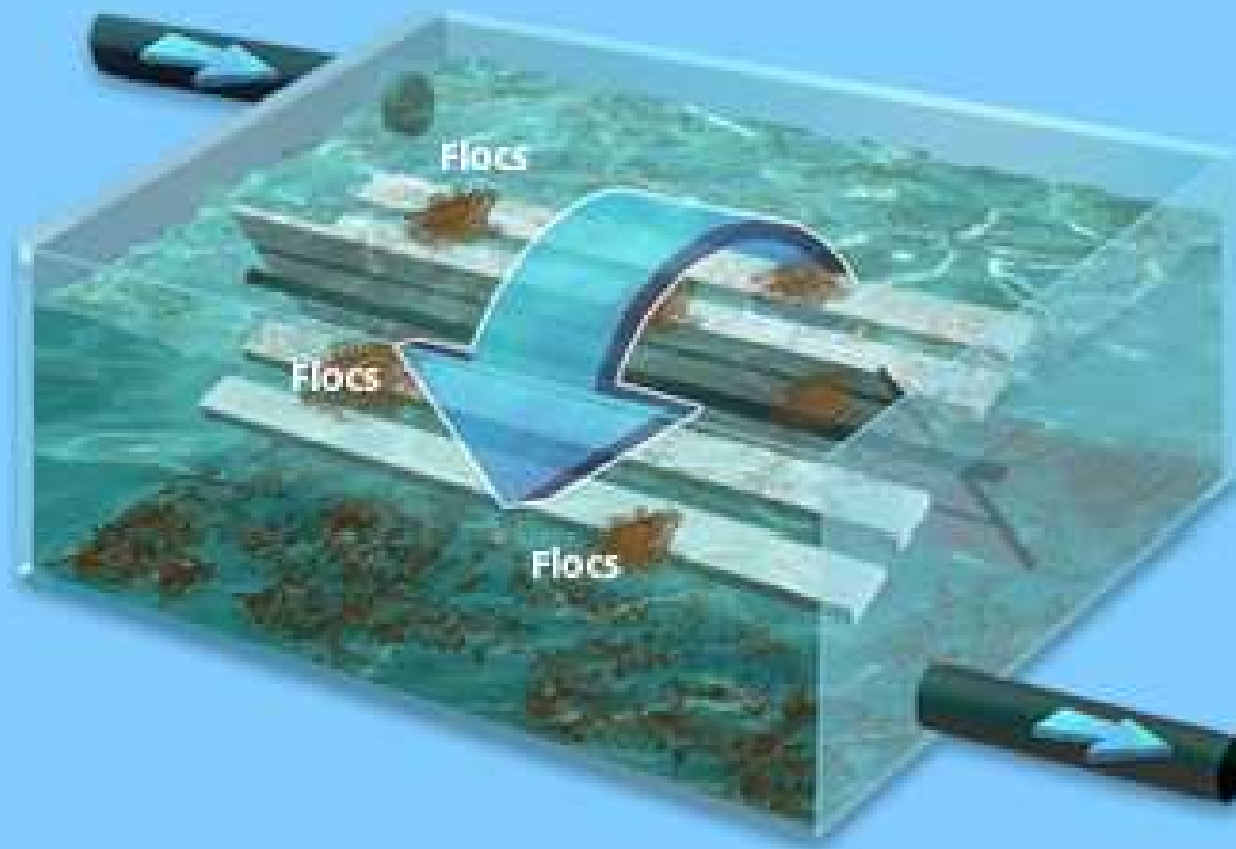




Koagulasi (Rapid Mixing)



Flokulasi (Slow Mixing)



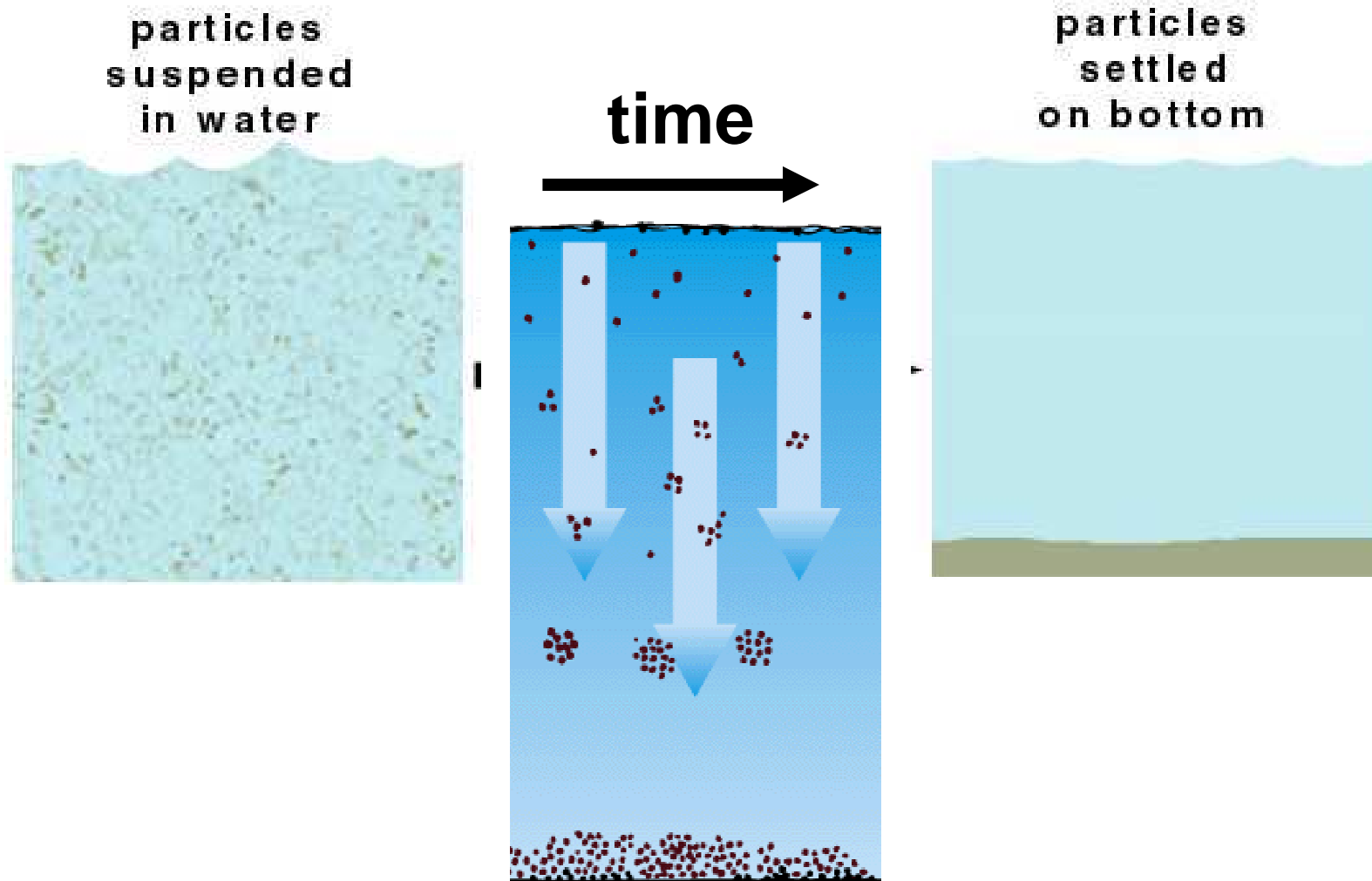
Unit-unit Pengolahan (2)

■ Sedimentasi:

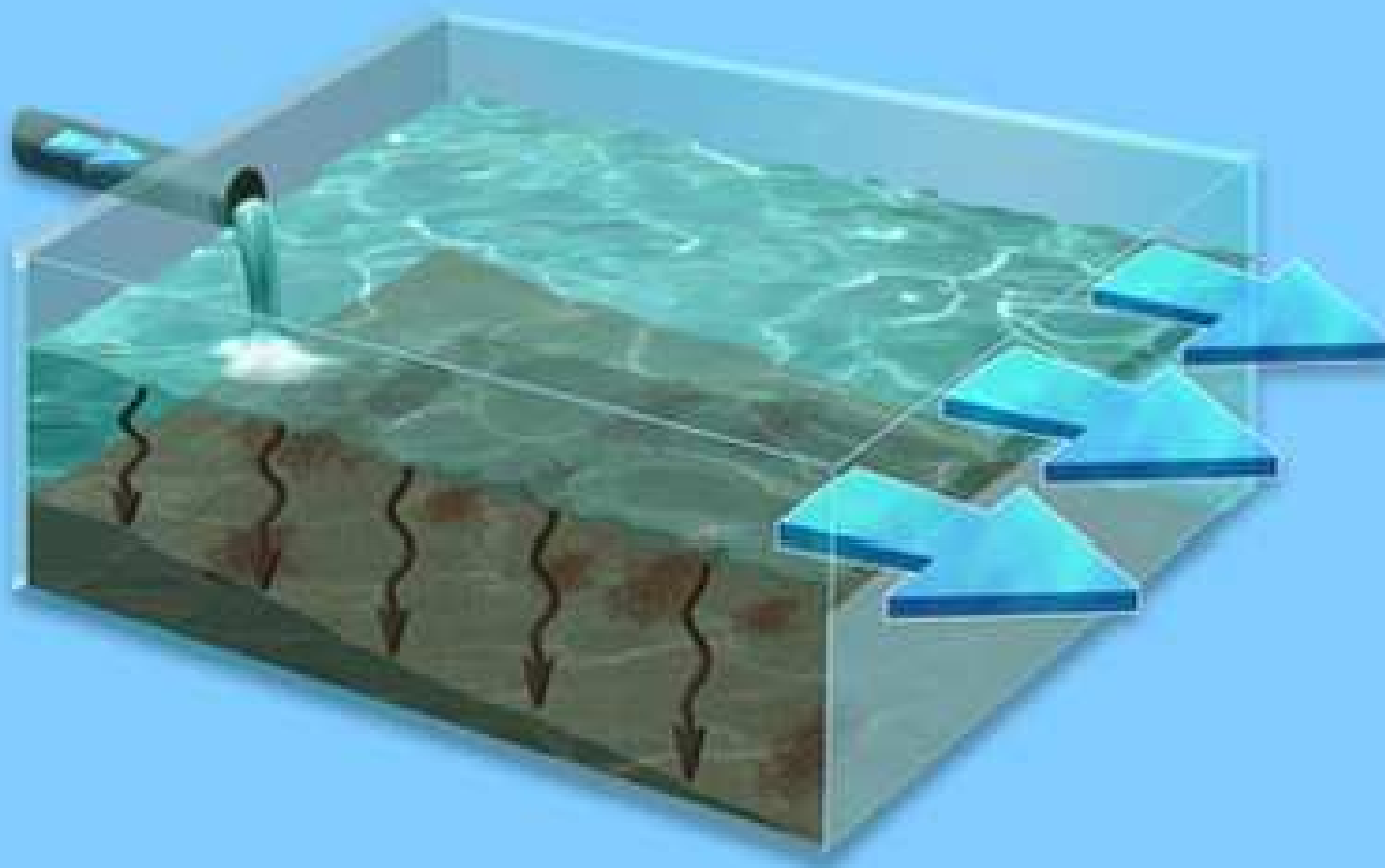
- Pengendapan secara gravitasi: $\rho \text{ partikel} > \rho \text{ air}$:
 - Sedimentasi: pengendapan flok
 - Pra-sedimentasi: pengendapan *settleable particle*
- Berdasarkan arah aliran:
 - Horizontal/radial
 - Vertikal
 - Dengan kemiringan: *plate settler*
- Waktu pengendapan: tergantung ukuran partikel.
Kecepatan mengendap umumnya berkisar antara 1-2 jam
- Penyisihan partikel yang mempunyai $\rho \text{ partikel} < \rho \text{ air}$: Flotasi/pengapungan, misal penyisihan minyak bebas (*free oil*) dari air

■ Gabungan instalasi unit koagulasi, flokulasi dan sedimentasi: aselator

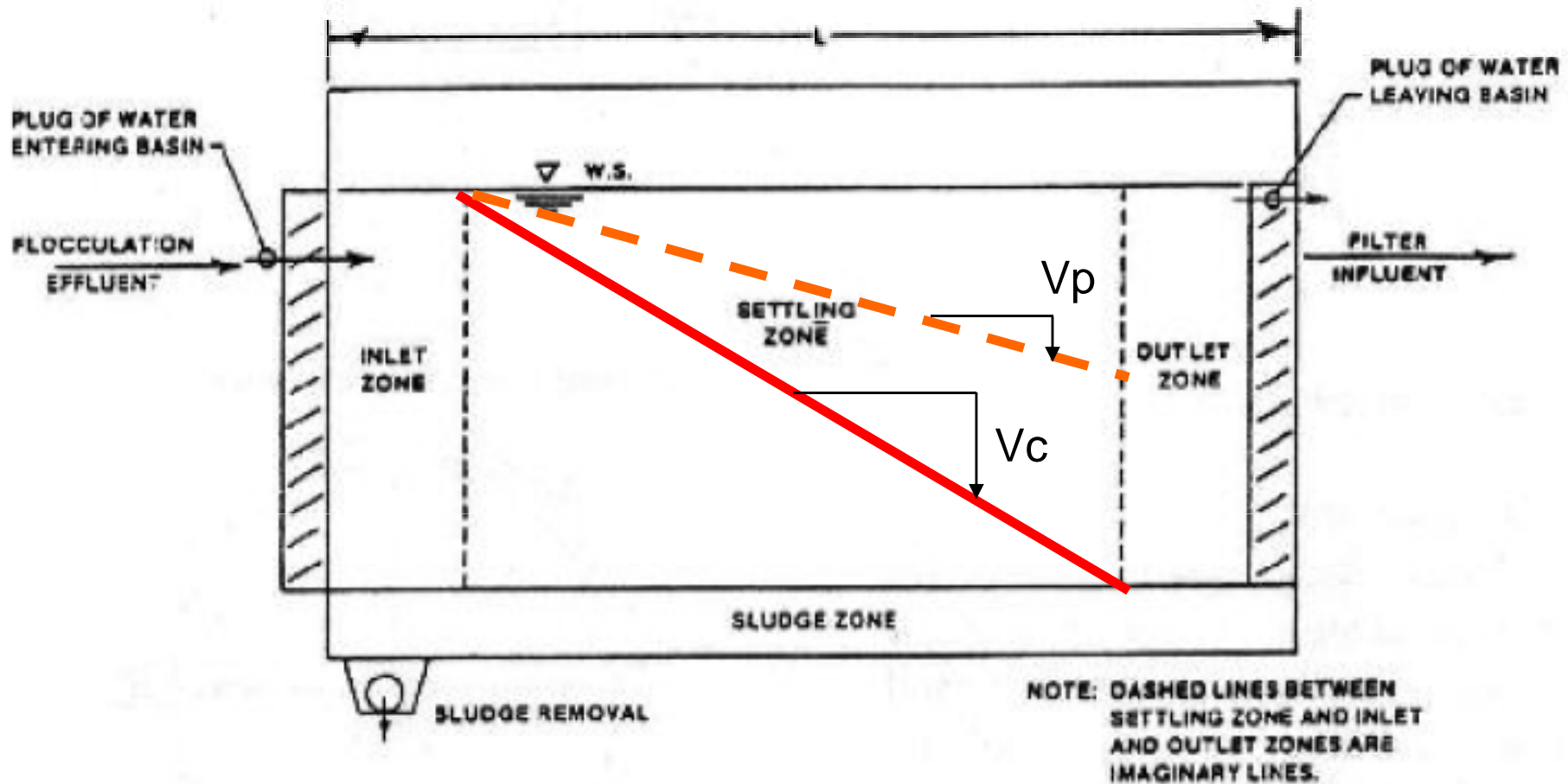
Sedimentasi



sedimentasi

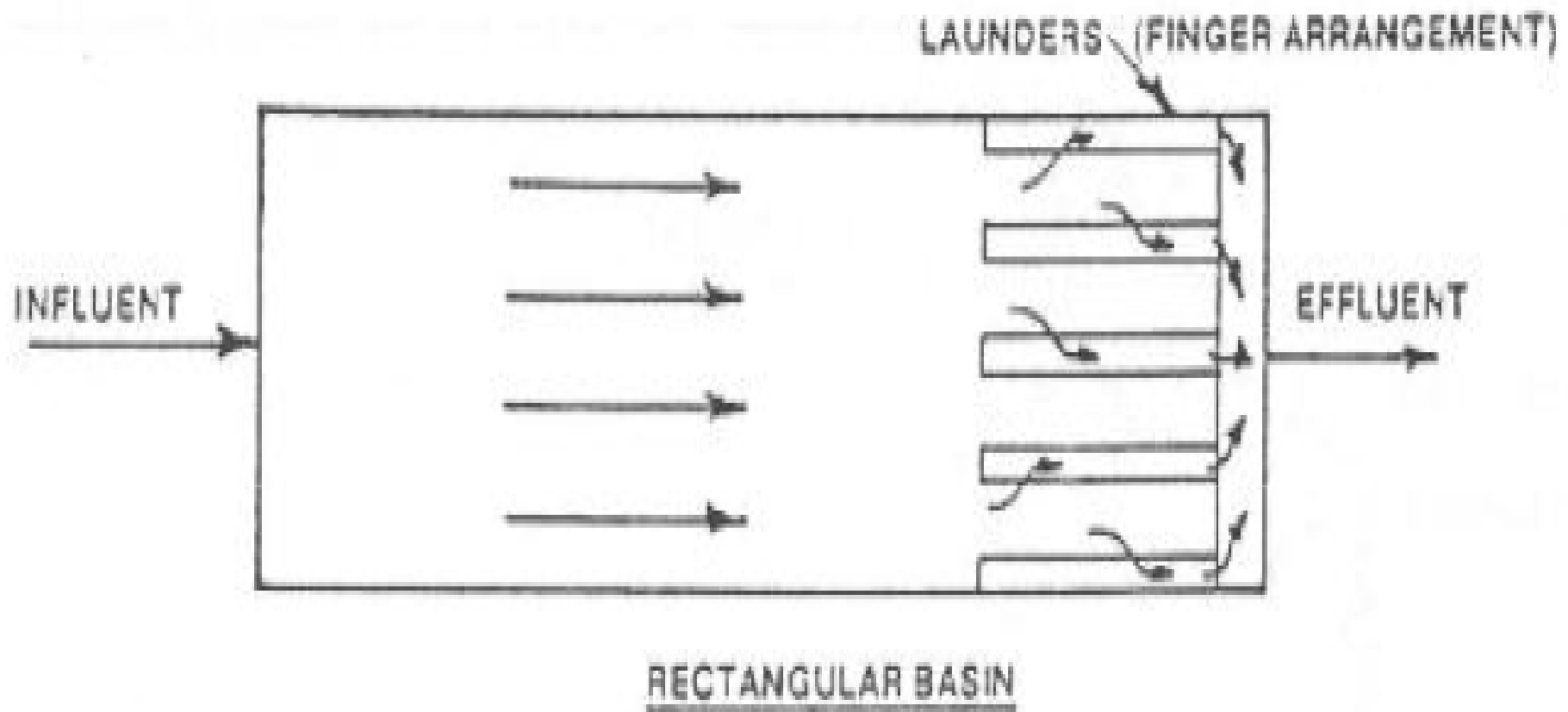


Sedimentation Basin Zones

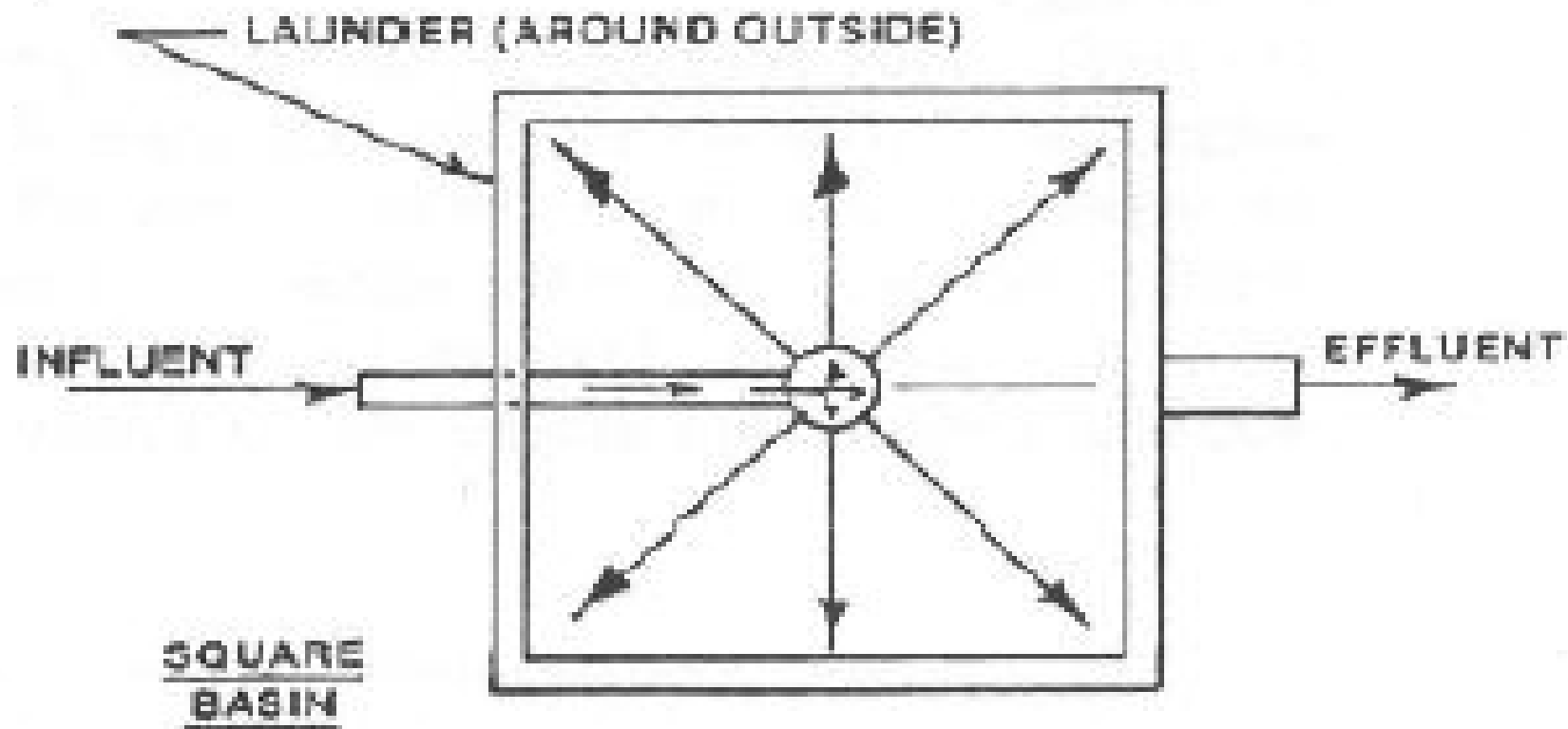


Sedimentation basin zones

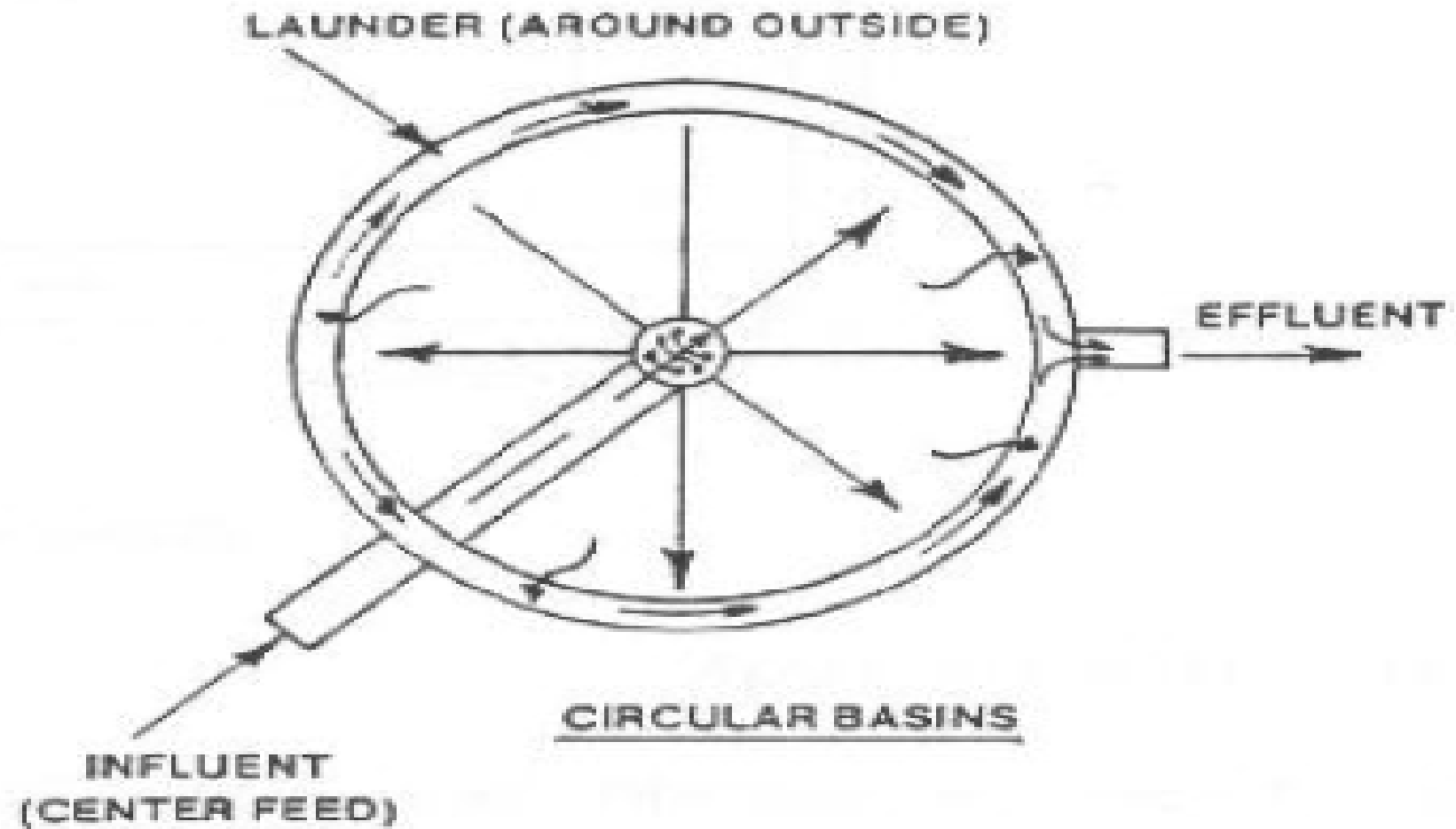
Rectangular Basin



Rectangular Basin



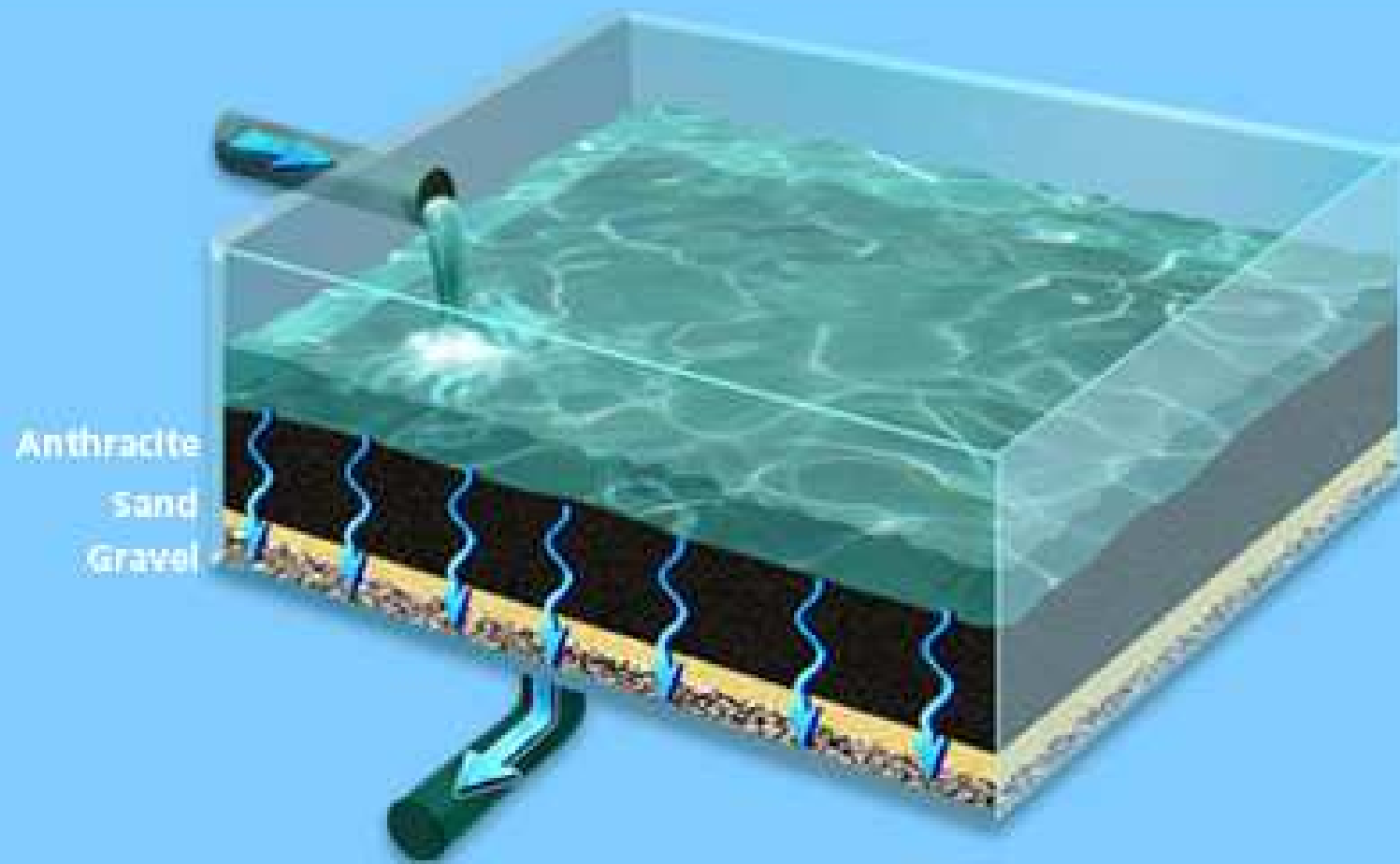
Circular Basin

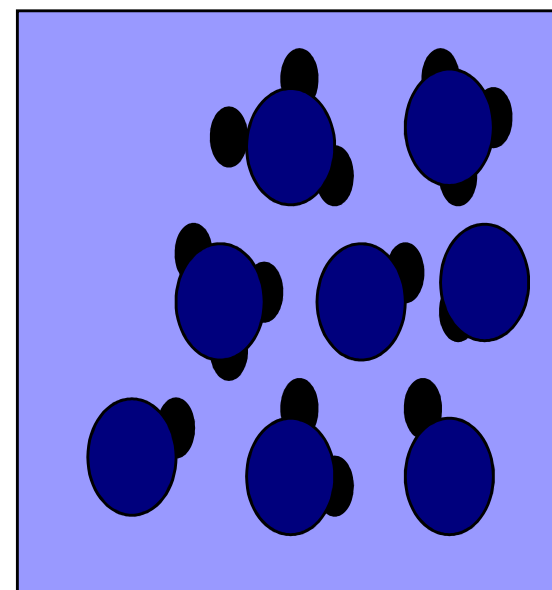
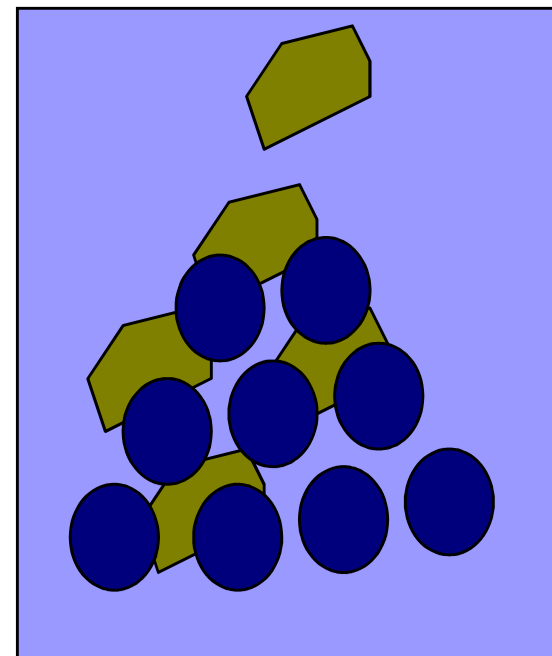
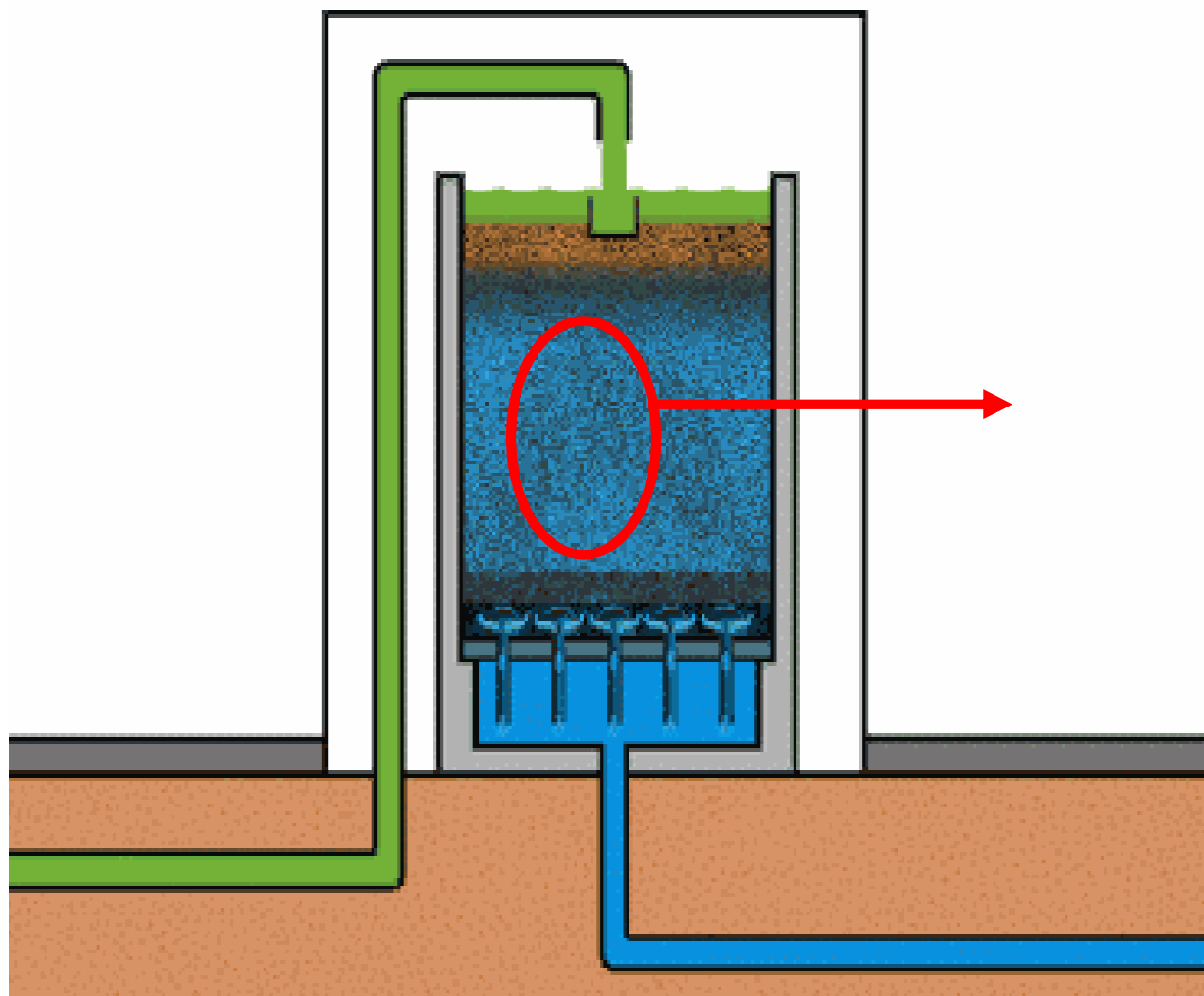


Unit-unit Pengolahan (3)

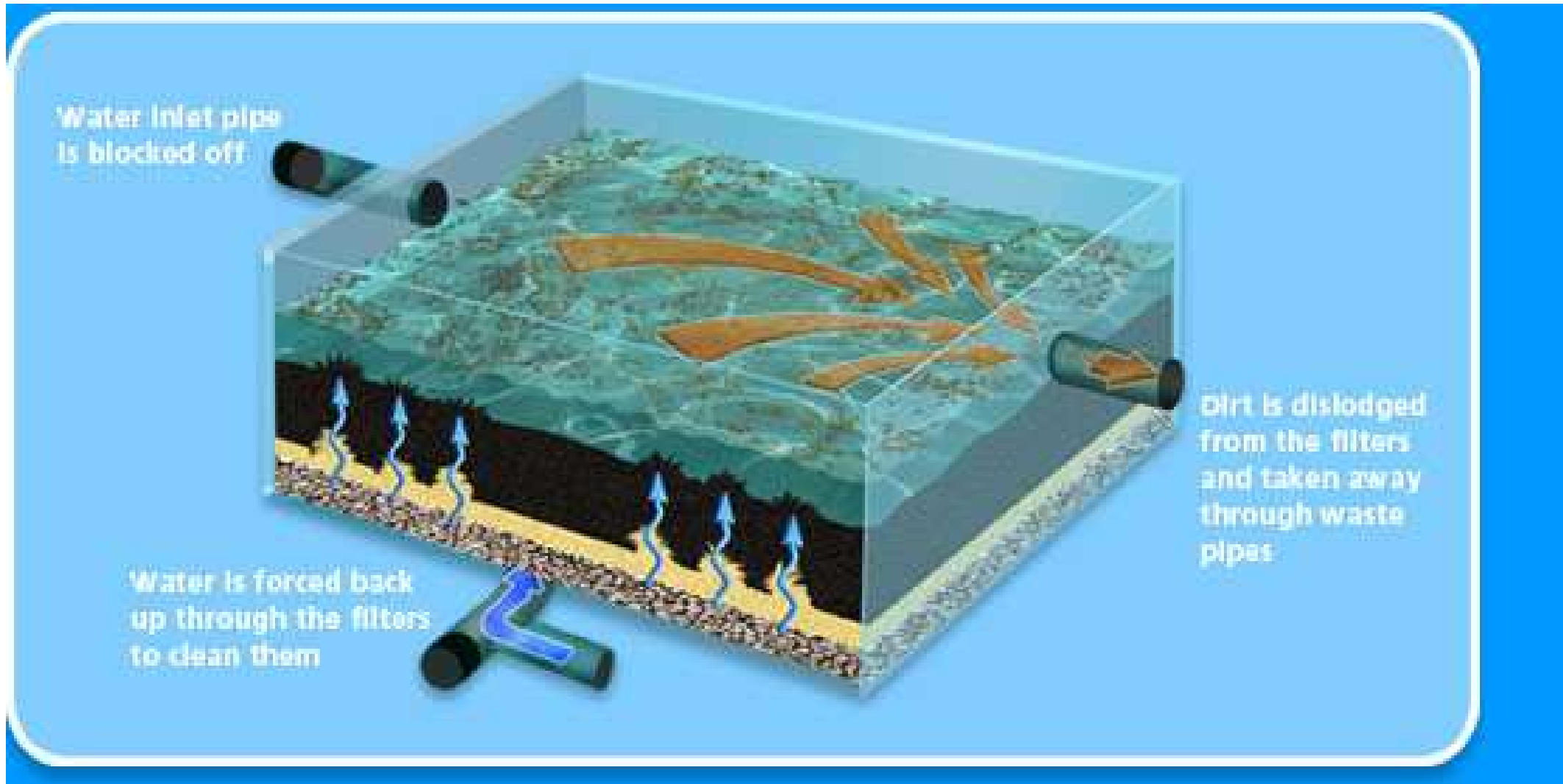
- Filtrasi:
 - Penyaringan dengan menggunakan media berbutir
 - Penyisihan partikel dengan cara penyaringan untuk ukuran diameter partikel lebih besar dari ukuran media filter:
 - Saringan pasir cepat (*rapid sand filtration*) : laju aliran = 120 m³/m²/jam
 - Saringan pasir lambat (*slow sand filtration*) : laju aliran = 5 m³/m²/jam
 - Saringan pasir cepat:
 - Single media : pasir
 - Multi media : antrasit – pasir – garnet
 - Saringan pasir lambat:
 - Sedimentasi
 - Filtrasi
 - Biologi proses
- Desinfeksi: penghilangan mikroorganisme patogen: klorinasi, ozonisasi, sinar ultra violet, pemanasan, dll

Filtrasi

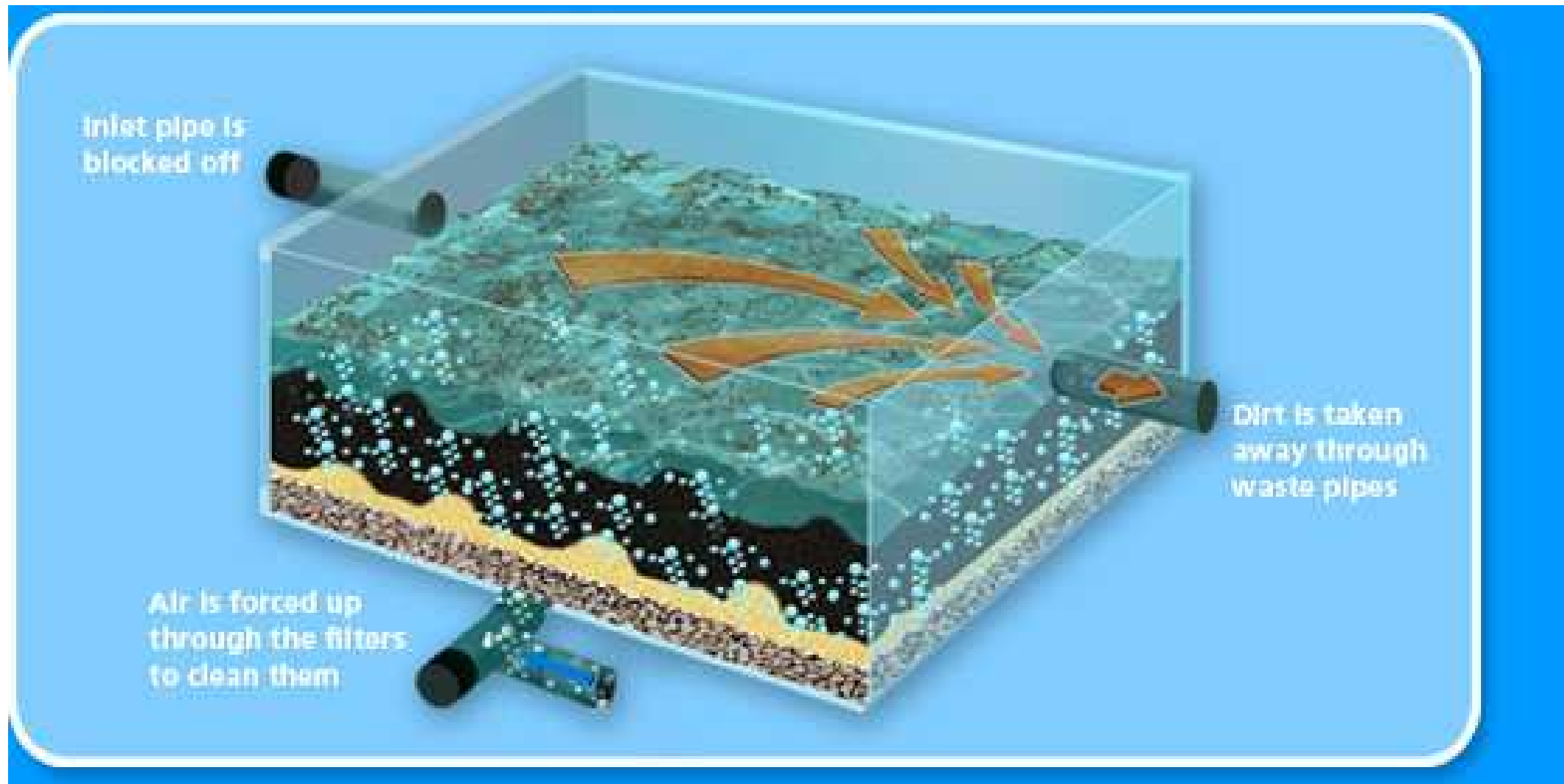




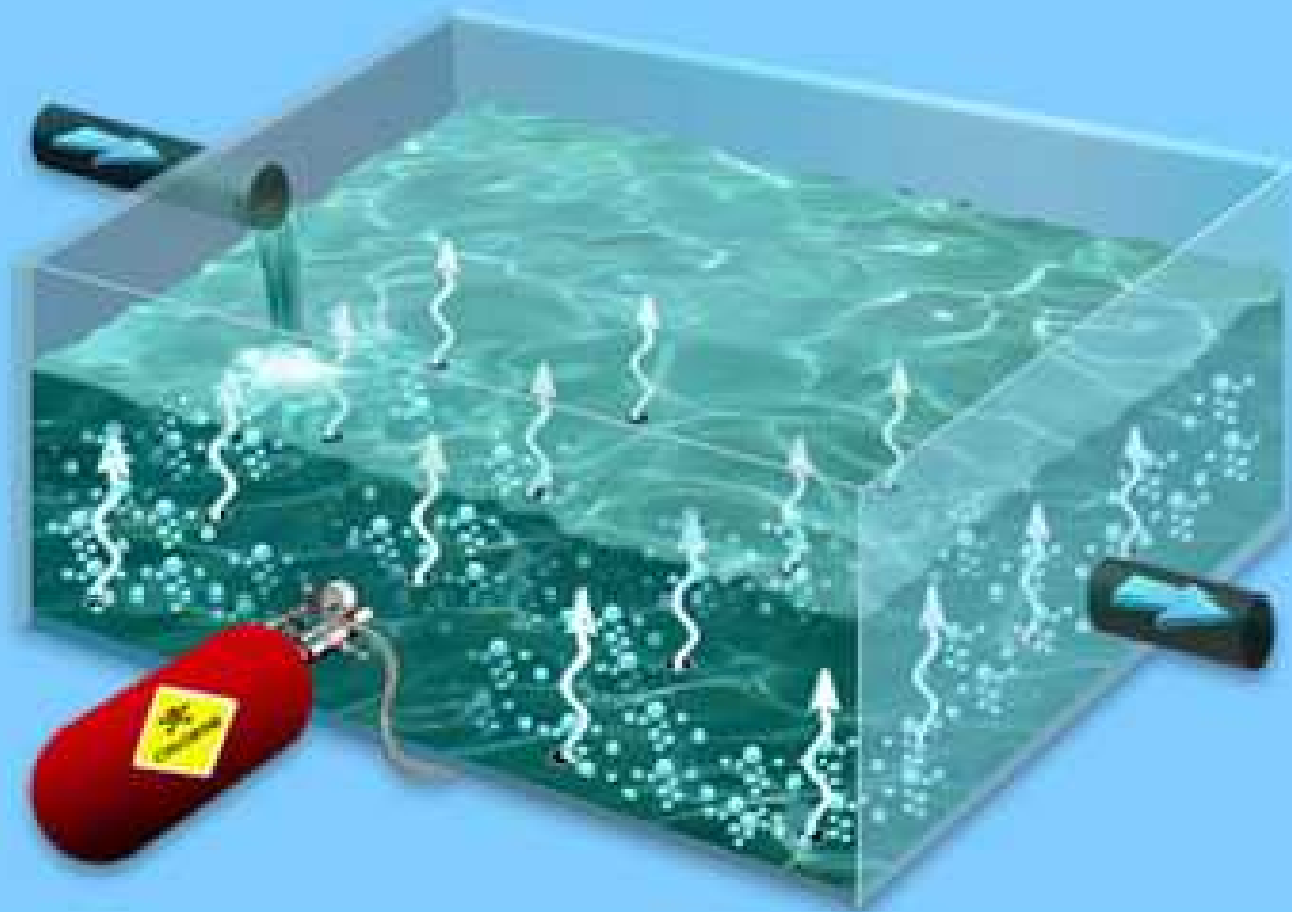
Backwashing (filtrasi)



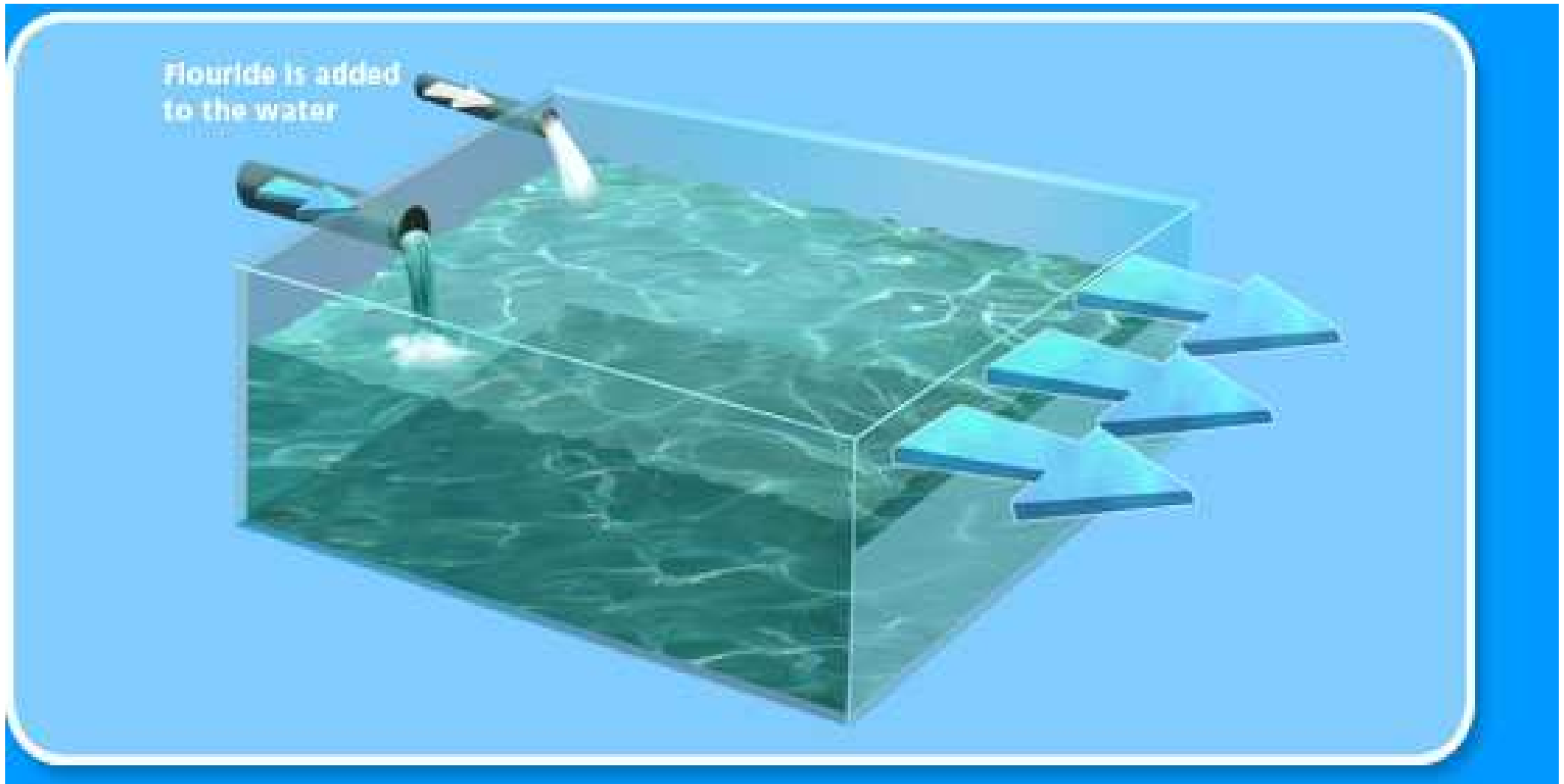
Airscouring (filtrasi)



Desinfeksi (klorinasi)



Penambahan Fluoride (F)



Pengolahan air khusus

- Penurunan kesadahan (air tanah):
 - Penambahan kapur atau kapur soda
 - Pertukaran ion: $\text{Ca}^{++} + \text{Na}_2\text{R} \rightarrow \text{CaR} + 2\text{Na}^+$
- Penurunan Fe dan Mn:
 - Oksidasi dan pengaturan pH
- Penyisihan materi terlarut (*Total Dissolved Solid*):
 - Membran
- Penyisihan bau, rasa dan warna:
 - Adsorpsi: karbon aktif
- Penempatan pengolahan khusus membutuhkan:
 - Karakteristik air baku yang akan diolah secara:
 - Kualitatif: kandungan pencemar yang terkandung serta tingkat keberbahayaan thd kesehatan manusia dan kerusakan material
 - Kuantitatif: besarnya kebutuhan air di masyarakat serta ketersediaannya di sumber air baku
 - Periode perencanaan: sangat berpengaruh thd dimensi instalasi dan aspek ekonomis
 - Kemudahan dalam operasi dan perawatan: ketersediaan sumber daya manusia dan suku cadang

Membran

- Menyisihkan partikel-partikel koloidal dan ion-ion terlarut
- Selektivitas pemisahan berdasarkan ukuran pori :
 - Mikrofiltrasi : 0,02 – 10 mm
 - Ultrafiltrasi : 0,01 – 0,02 mm
 - Membran dense : 0,0001 – 0,001 mm
 - Reverse osmosis : $\leq 0,0001$ mm
- Membran digunakan dalam proses pengolahan air limbah dengan nilai recovery tinggi

Klasifikasi Membran

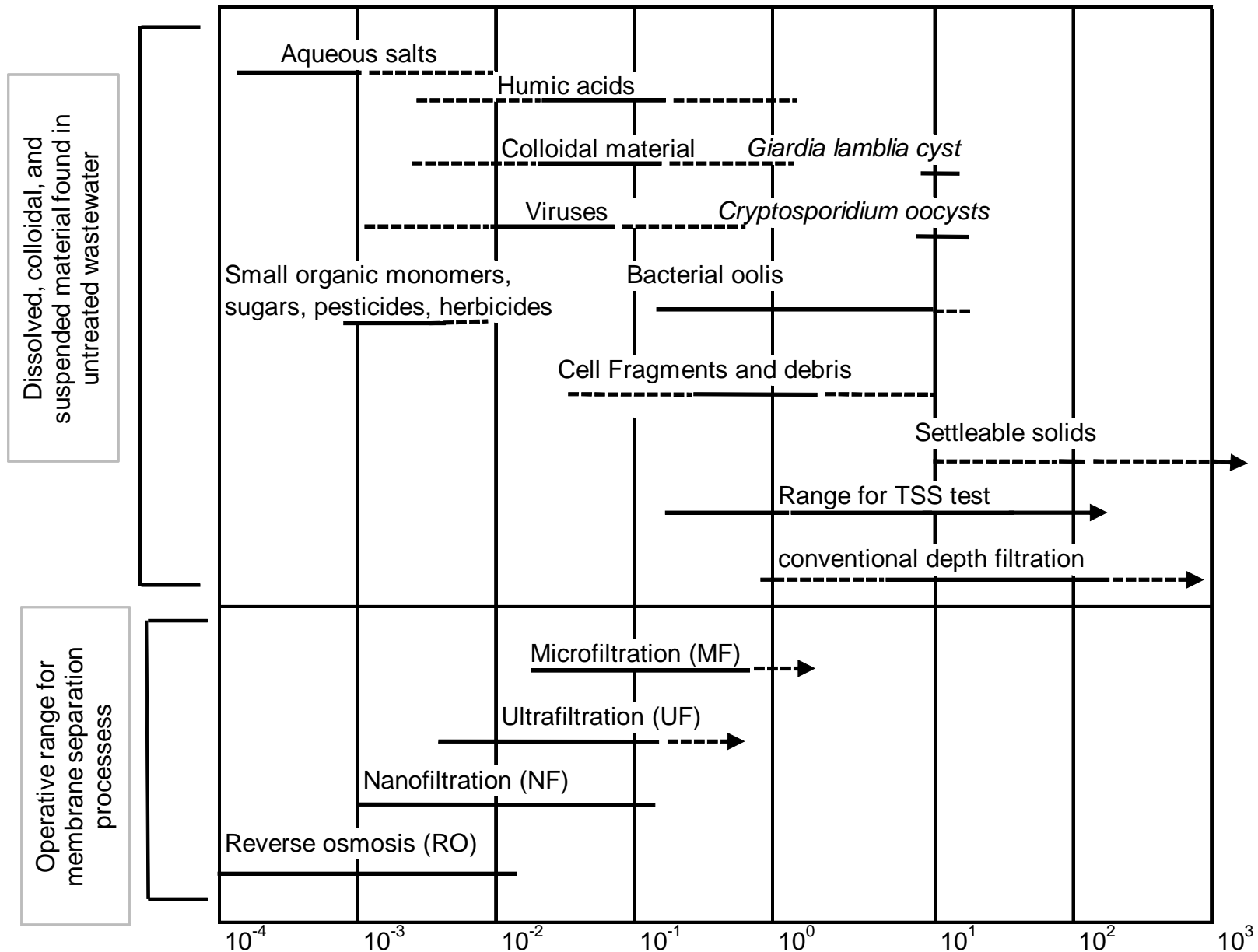


Figure 11-32

Definition sketch for a membrane process.

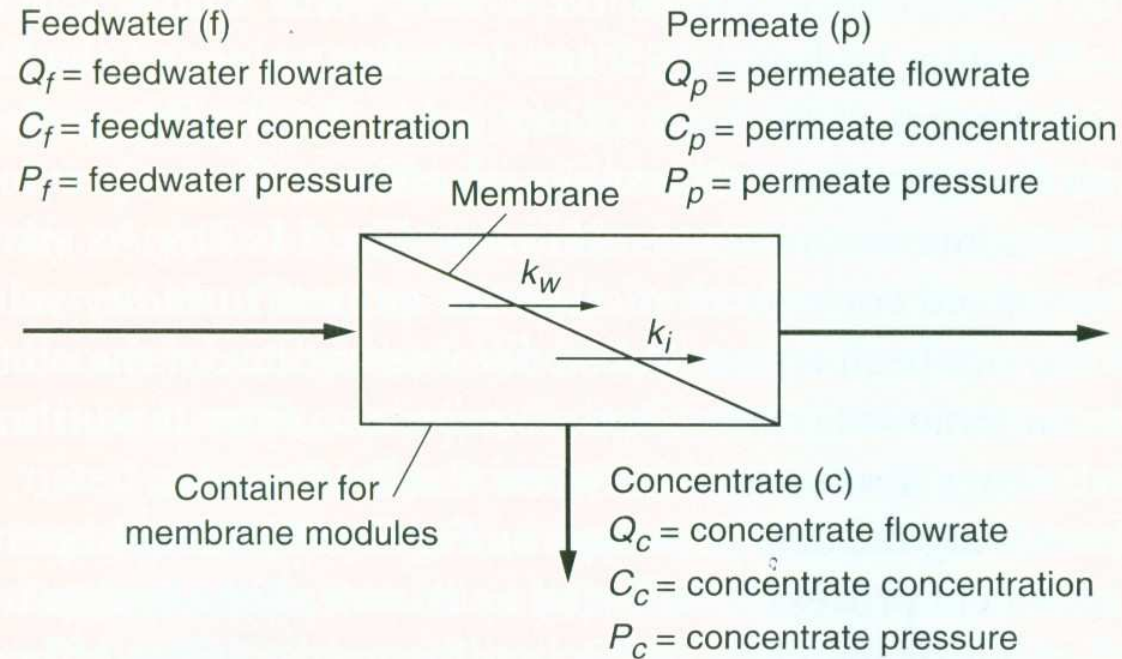
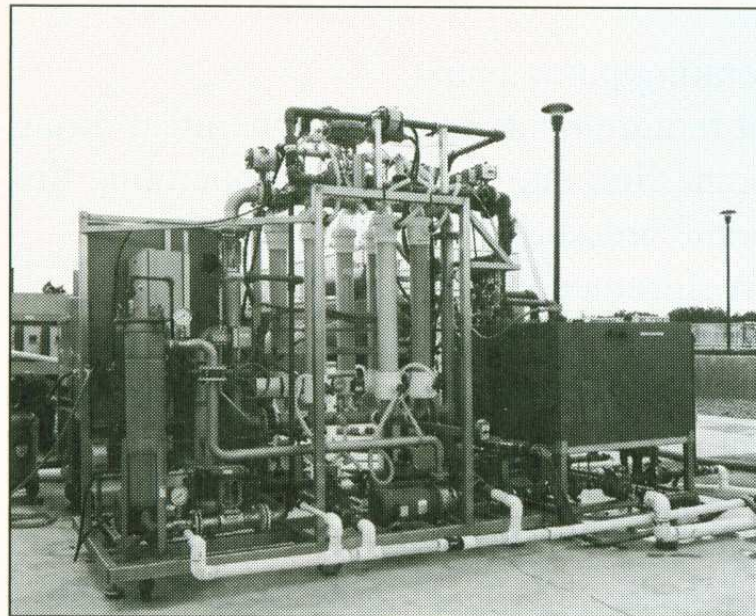


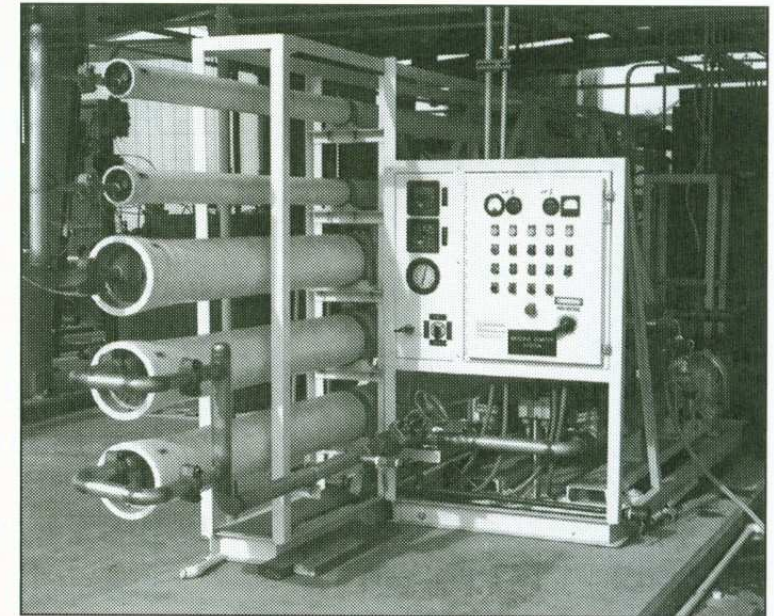
Figure 11-51

Typical pilot-plant facilities used to test membranes:

- (a) nanofiltration and
- (b) reverse osmosis.

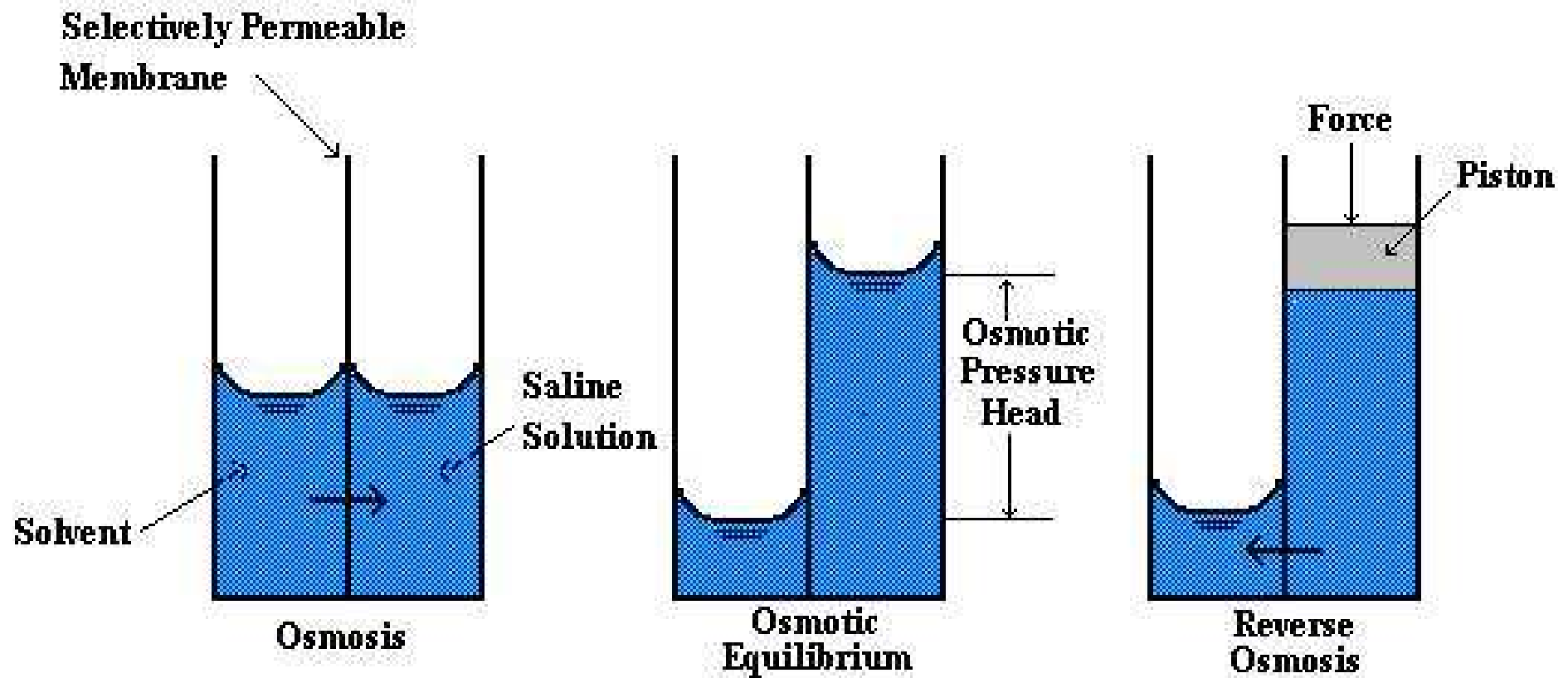


(a)



(b)

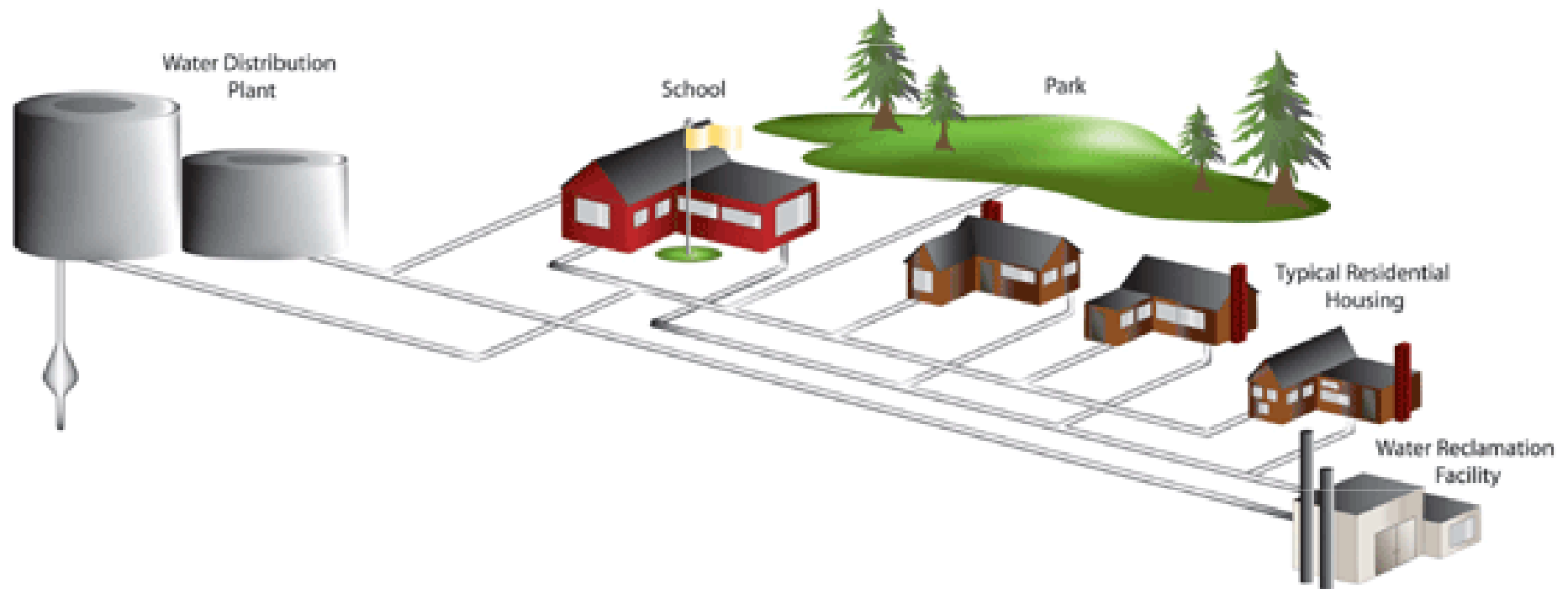
ILLUSTRATION OF OSMOSIS



Jaringan distribusi

- Air yang telah diolah siap untuk didistribusikan kepada para pemakai. Sarana yang digunakan biasanya menggunakan perpipaan, dikenal sebagai **jaringan distribusi air minum**
- Selama perjalanannya dari **reservoir** penampung air, sampai ke keran air di pelanggan, kualitas air harus tetap terjaga. Biasanya dilakukan pengecekan **siswa khlor** di titik dalam jaringan, agar dijamin tidak ada bakteri patogen yang masuk selama perjalanannya.
- Air yang dialirkan oleh jaringan distribusi ini harus dijamin kuantitasnya, tidak boleh terlalu banyak hilang akibat kebocoran. Kebocoran air yang ideal tidak lebih dari 15%. Namun di Indonesia, kebocoran air bisa mencapai 40-45%, bahkan lebih.
- Air di konsumen juga hendaknya dijamin masih mempunyai tekanan air. Minimum tekanan air di keran konsumen seharusnya adalah 10 m-kolom air. Untuk mencapai nilai tersebut, biasanya dibutuhkan bantuan pompa atau menara air, kecuali konsumen terletak relatif lebih rendah dari reservoir distribusi air dari sistem penyediaan air tsb.

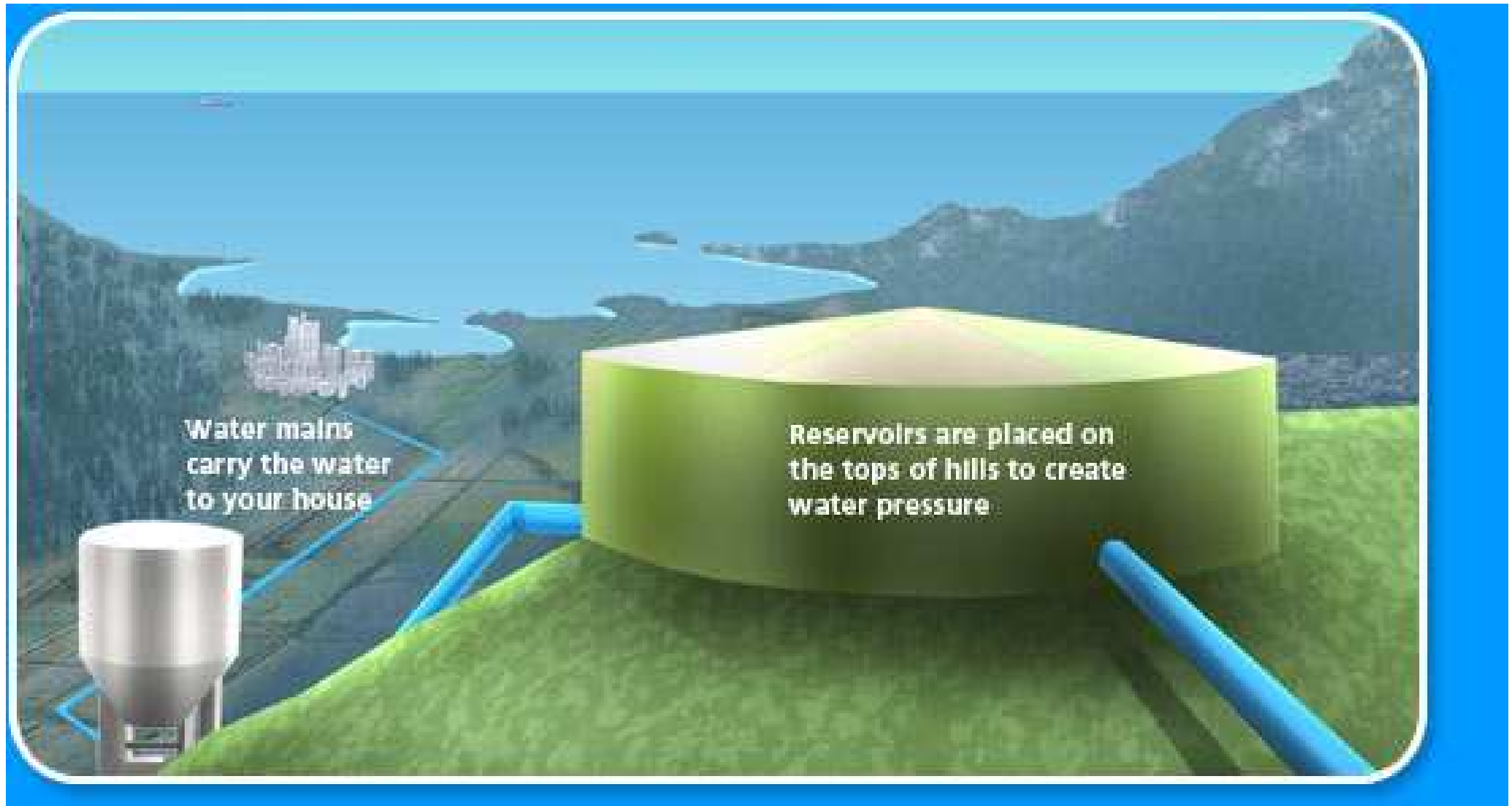
Jaringan distribusi...(2)



Rumah pompa

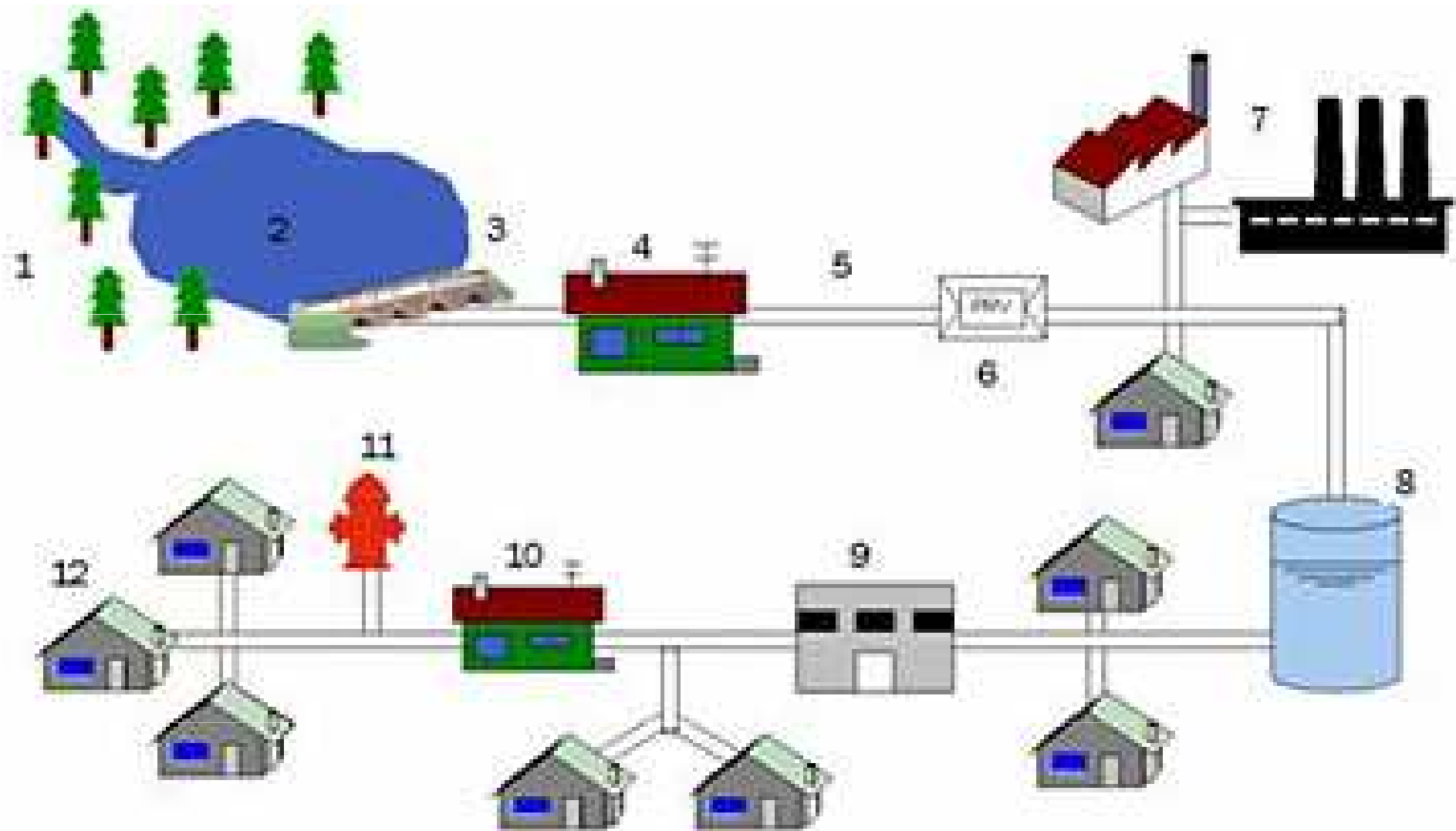


Reservoir

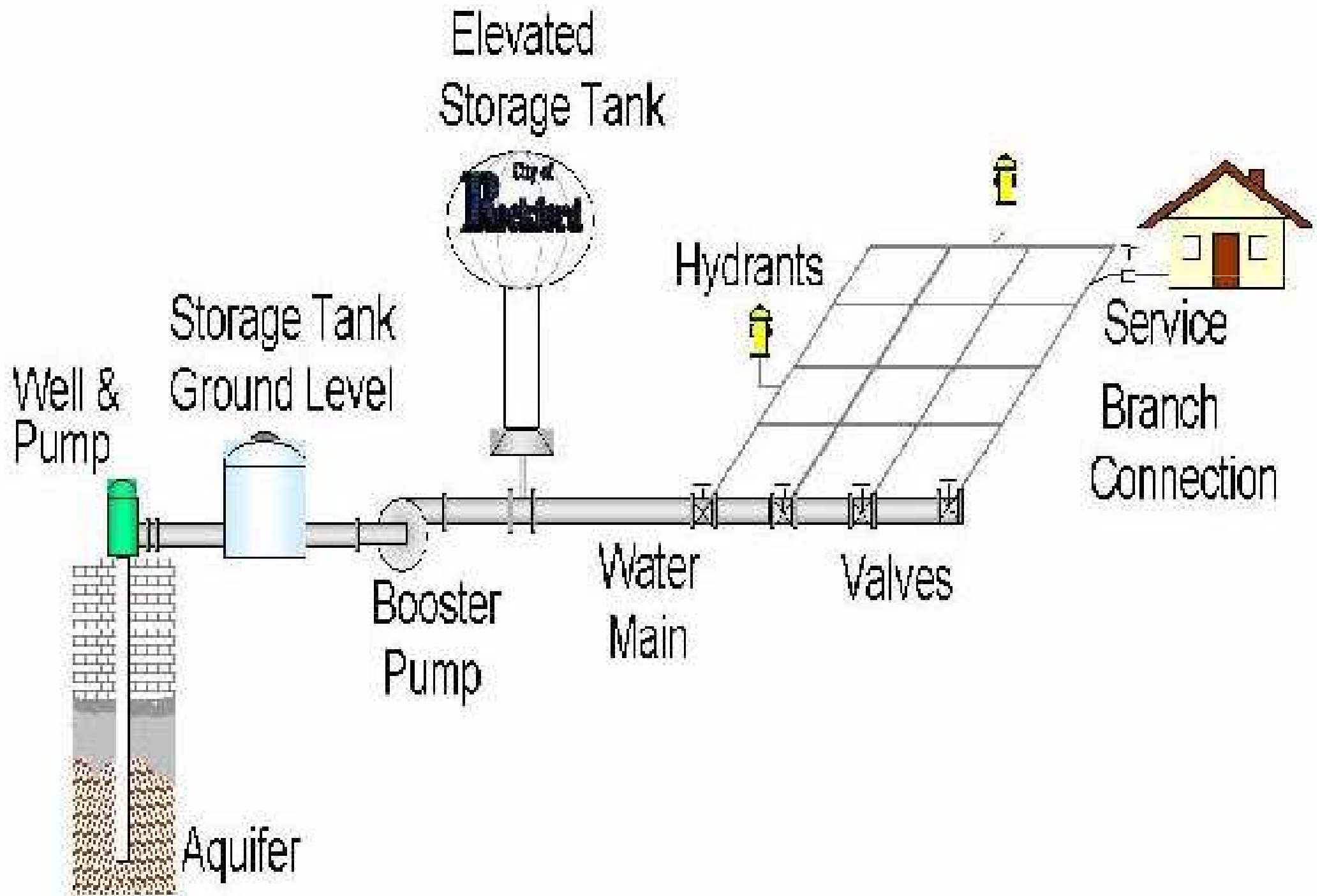


Sambungan rumah





- | | | | | | |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|----|-------------------------|
| 1 | Watershed Management | 5 | Treated Water Quality Monitoring | 9 | Pump Stations |
| 2 | Raw Water Quality Monitoring | 6 | Pressure Reducing Valves | 10 | Re-chlorination Station |
| 3 | BC Hydro Penstocks | 7 | Industrial Park | 11 | Fire Hydrants |
| 4 | Disinfection Station | 8 | Reservoirs | 12 | Your Home |



Konservasi Sumber Daya Air...(2)

Contoh perkiraan kebutuhan air di perkotaan

- Misal jumlah penduduk 10 juta jiwa (jakarta)

- Untuk perumahan :

$$31.4/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 793 \text{ juta/liter/hari}$$

- Kebocoran & kehilangan :

$$9,2/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 232,5 \text{ juta/liter/hari}$$

- Total air yang dibutuhkan :

$$1500 + 793 + 232,5 = 2525,5 \text{ juta/liter/hari}$$

$$\text{atau } 2,5 \text{ juta/m}^3/\text{hari} \rightarrow 12,6 \text{ juta drum @ 250 liter}$$

Konservasi Sumber Daya Air...(2)

Contoh perkiraan kebutuhan air di perkotaan

- Misal jumlah penduduk 10 juta jiwa (jakarta)

- Untuk perumahan :

$$31.4/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 793 \text{ juta/liter/hari}$$

- Kebocoran & kehilangan :

$$9,2/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 232,5 \text{ juta/liter/hari}$$

- Total air yang dibutuhkan :

$$1500 + 793 + 232,5 = 2525,5 \text{ juta/liter/hari}$$

$$\text{atau } 2,5 \text{ juta/m}^3/\text{hari} \rightarrow 12,6 \text{ juta drum @ 250 liter}$$

Konservasi Sumber Daya Air...(2)

Contoh perkiraan kebutuhan air di perkotaan

- Misal jumlah penduduk 10 juta jiwa (jakarta)

- Untuk perumahan :

$$31.4/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 793 \text{ juta/liter/hari}$$

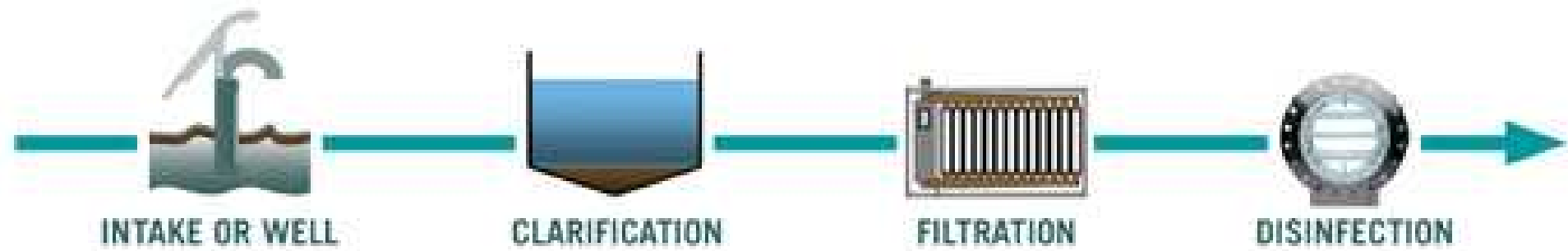
- Kebocoran & kehilangan :

$$9,2/59,4 \times 1500 \text{ juta/liter/hari} = 232,5 \text{ juta/liter/hari}$$

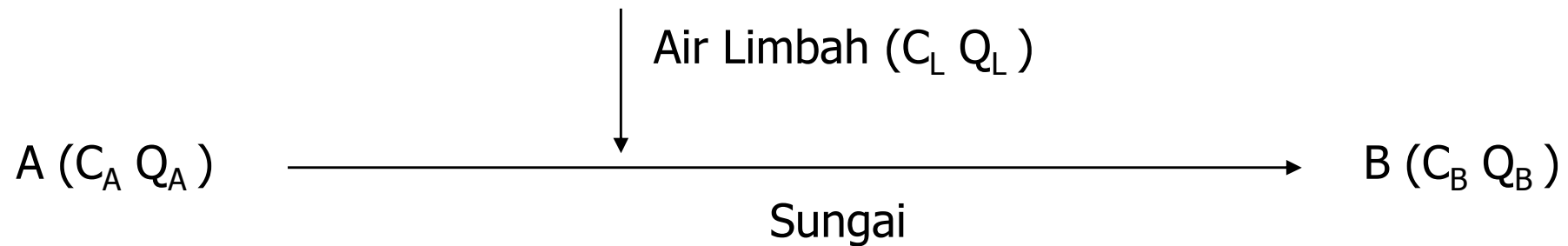
- Total air yang dibutuhkan :

$$1500 + 793 + 232,5 = 2525,5 \text{ juta/liter/hari}$$

$$\text{atau } 2,5 \text{ juta/m}^3/\text{hari} \rightarrow 12,6 \text{ juta drum @ 250 liter}$$



Proses Alami Air: Dilution



- Keseimbangan massa antara A dan B
$$C_b Q_b = C_a Q_a + C_l Q_l$$

Reservoir

Coagulant
Added

Flocculation

Disinfection
and
Fluoridation

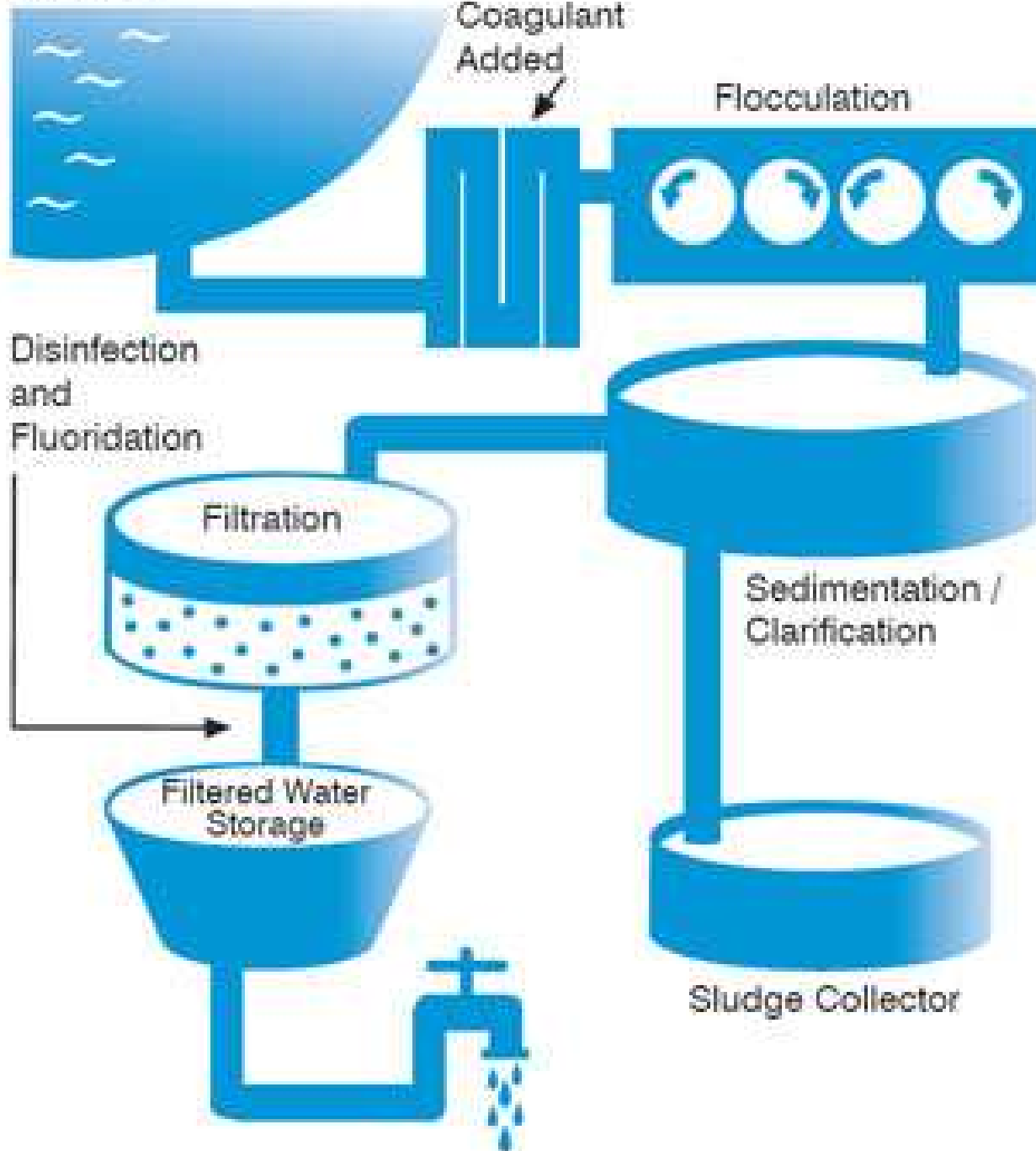
Filtration

Sedimentation /
Clarification

Filtered Water
Storage

Sludge Collector

Distribution

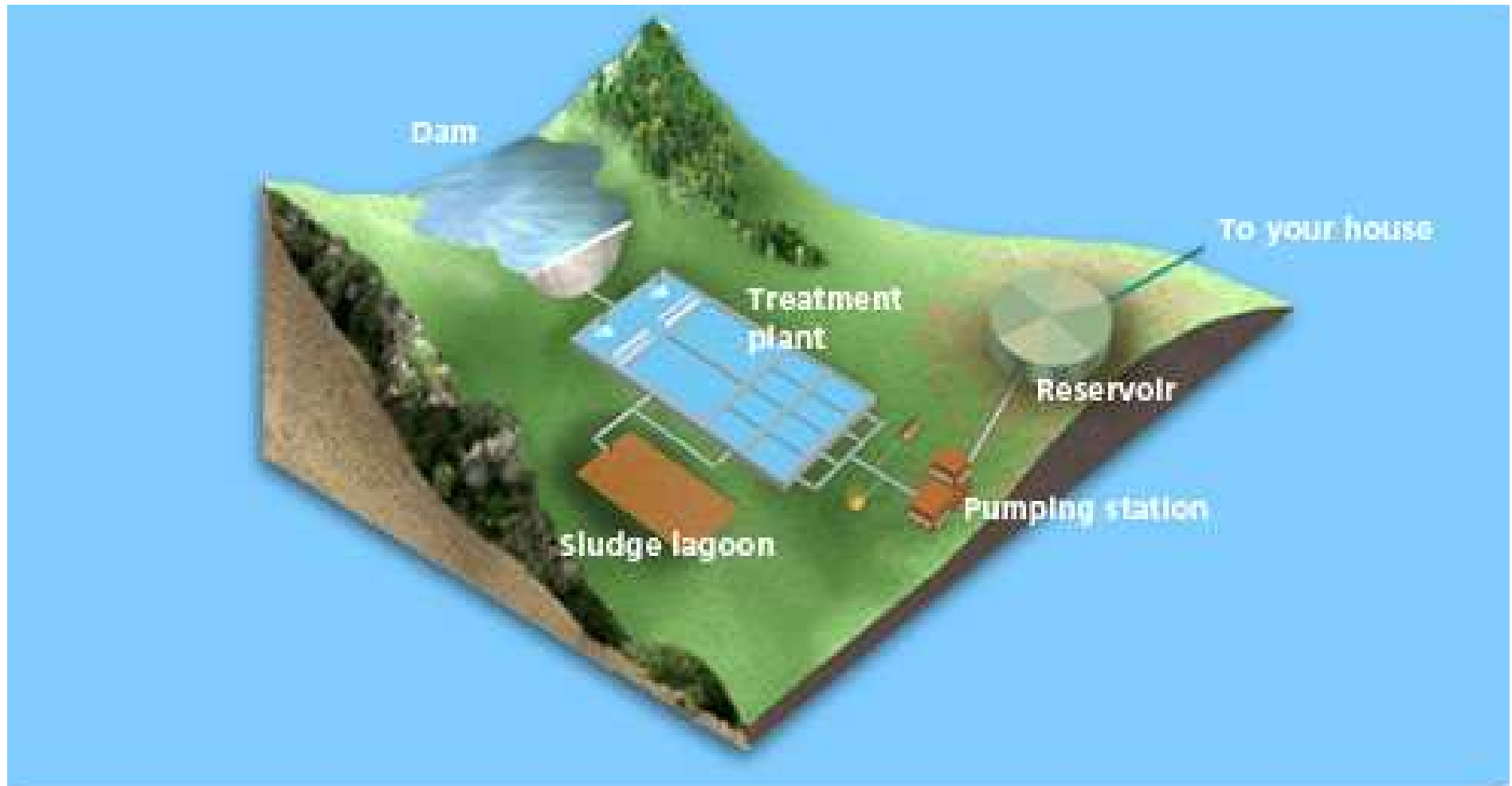




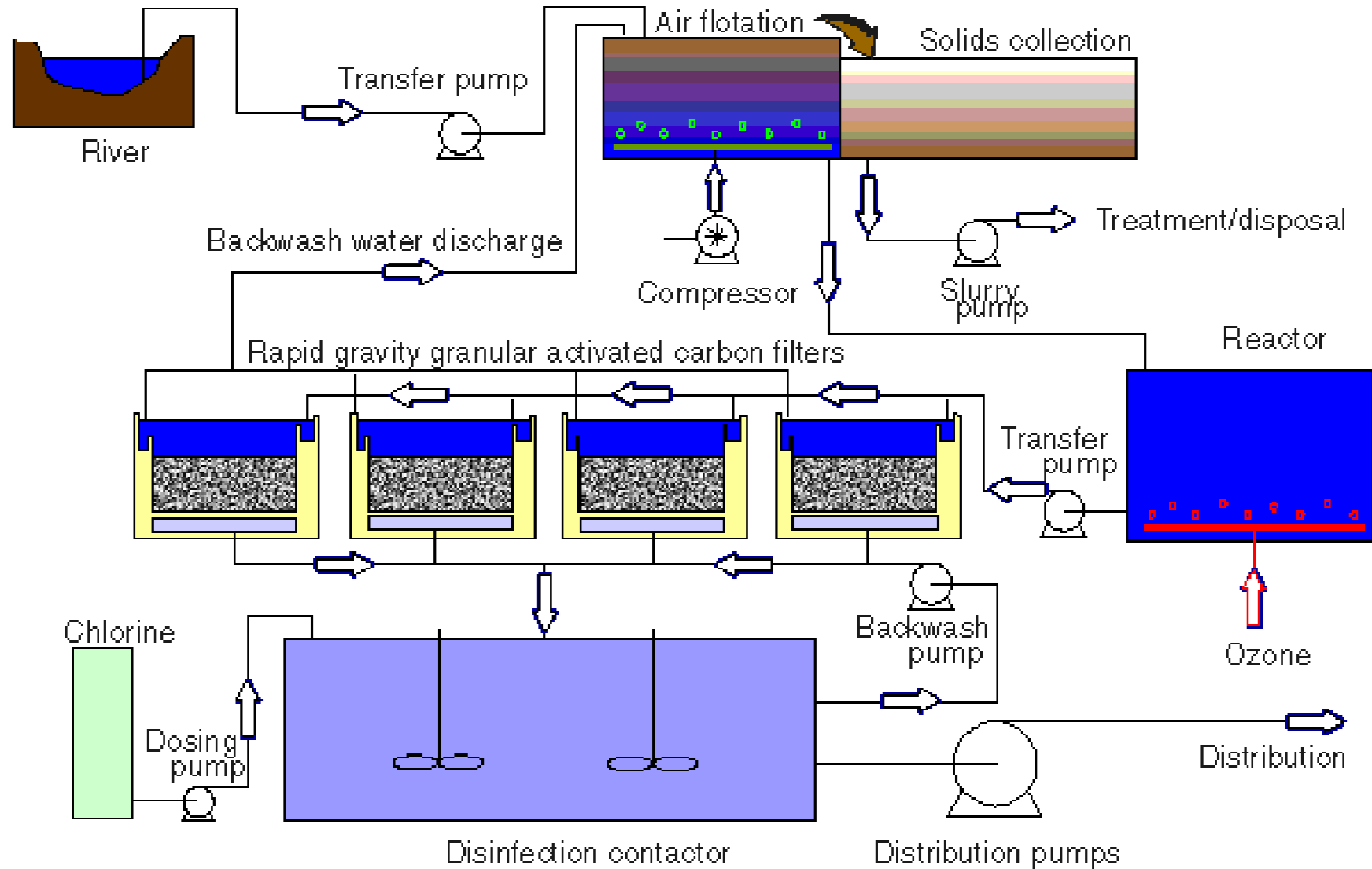
DO (Dissolved-Oxygen)

- Dissolved-Oxygen balance
 - Reaerasi
 - Fotosintesis alga
- Dissolved-Oxygen model
 - Kecepatan penyisihan oksigen
 - Kecepatan penambahan oksigen
 - Kurva oksigen (oxygen sag curve)

Pengolahan Air Bersih



Water Treatment Plant (Surface Water Supply)



Sumber : www.shoalwater.nsw.gov.au (diakses 17 Februari 2009)