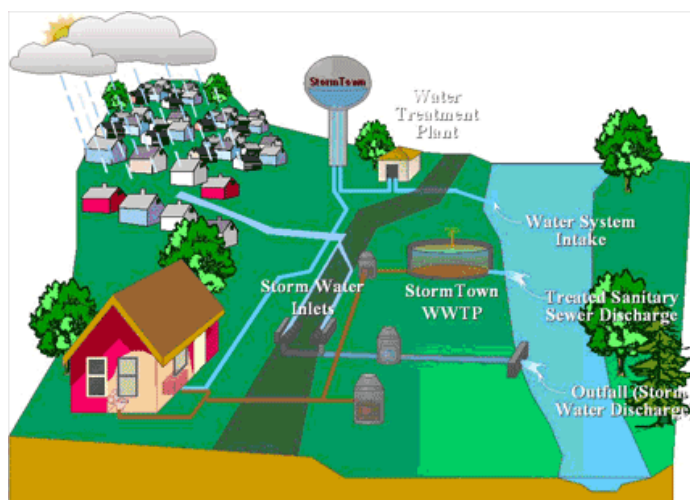




PENGANTAR PENGOLAHAN AIR LIMBAH

TL 4001 Rekayasa Lingkungan 2009
Program Studi Teknik Lingkungan ITB

Air Limbah (Wastewater)



Kualitas Air Limbah (Domestik)

- Umumnya seragam,
Perbedaan → konsumsi air, pola makan
- Parameter
 - Senyawa organik : BOD5 dan COD
 - Senyawa golongan Nitrogen : NH₃, NO₃, NO₂, N-organik
 - Padatan : TSS
 - Bahan lain : Deterjen
 - Mikrobiologi : Total coli

Kualitas Air Limbah (Domestik)...(2)

- Parameter Kunci:
 - TSS, BOD5, Oil&Grease, pH
- Baku Mutu Effluen :
Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003
tentang Baku Mutu Effluen Air Limbah Domestik

Baku Mutu Effluen Kepmen. LH No. 112 Tahun 2003

Parameter	Satuan	Konsentrasi
TSS	mg/l	100
pH		6-8
BOD5	mg/l	100

Karakteristik Air Limbah

Japan International Corporation Agency – Departemen Pekerjaan Umum RI.	BOD
High Income	43,9 gr/org/hari
Middle Income	31,7 gr/org/hari
Low Income	26,8 gr/org/hari
Proyek Pengembangan Baku Mutu Lingkungan – Departemen Pekerjaan Umum RI (Komposisi Air Buangan Indonesia).	BOD
Kuat	400 ppm
Medium	220 ppm
Lemah	110 ppm
Metcalf, 1991 (USA)	TSS 60 – 115 gr/org/hari
WPCF, 1959 (USA)	TSS 90 gr/org/hari
Randal, 1980	TSS 36 gr/org/hari

Kualitas Air Limbah (Domestik)...(3)

- Perhitungan Timbulan dan Konsentrasi Air Limbah
 - Setiap orang Indonesia menghasilkan 40 gr BOD per hari
 - Pemakaian air bersih 125 liter per orang perhari

- Timbulan Air Limbah (asumsi 60-80%)
 - = 80% x 125 L/o.hari
 - = 100 L/o.hari

- Konsentrasi Air Limbah
 - = (40 gr BOD/o.hari)/(100 L/o.hari)
 - = 0,4 gr/l = 400 mg/l = 400 ppm BOD

Kualitas Air Limbah (Domestik)-4

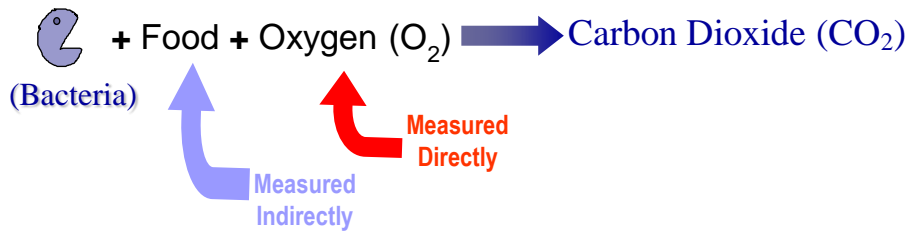
- Senyawa organik : BOD5 atau COD
- Rasio BOD/COD → indikasi seberapa sulit suatu air limbah dapat diolah secara biologi
- $COD > BOD$ → makin sulit jenis limbah tersebut diolah dengan proses biologi

BOD – Take Home Messages

- BOD is an indirect measure of organic content.
- BOD is measured by oxidizing organics using microorganisms (under specific conditions) and directly measuring the amount of oxygen consumed in the process.



What is BOD?



Food - Organic material (carbon), exerts carbonaceous oxygen demand (CBOD)



Biochemical Oxygen Demand (BOD)



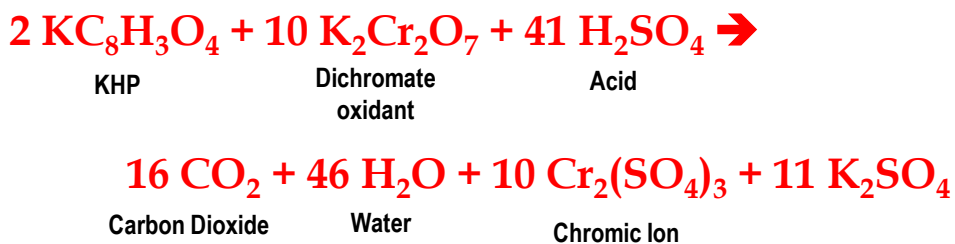
- Mengukur tingkat (rate) penguraian materi organik (memerlukan oksigen) oleh mikroba
 - Pengukuran dalam gelap
 - Pada $20^{\circ}C$ untuk 5 hari, didefinisikan sbg BOD_5
 - Menggunakan botol BOD standar 300 mL

COD – Take Home Messages

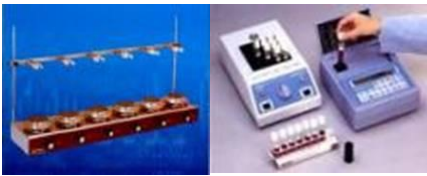
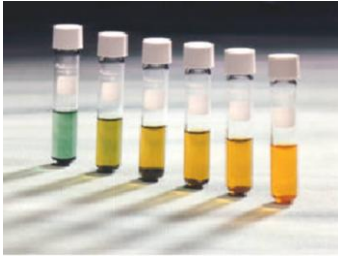
- COD is an indirect measure of organics.
- COD is measured by oxidizing organics with a strong oxidant (dichromate) and measuring the amount of oxidant consumed in the reaction.
- Correlation between COD and BOD is sample specific and may not always be possible.

What is COD?

COD Reaction



Chemical Oxygen Demand (COD)



- Jumlah oksidan-oksidan yang bereaksi dalam sebuah contoh air.
- Jumlah oksigen yang dikonsumsi diekspreskan dalam oxygen equivalent: mg/L of O₂
- Dapat jadi parameter tingkat pencemaran limbah domestik dan industri

COD vs BOD

- Picky bugs vs Clean Plate Club chemicals
 - COD measurements will always be higher than BOD measurements

BOD



COD



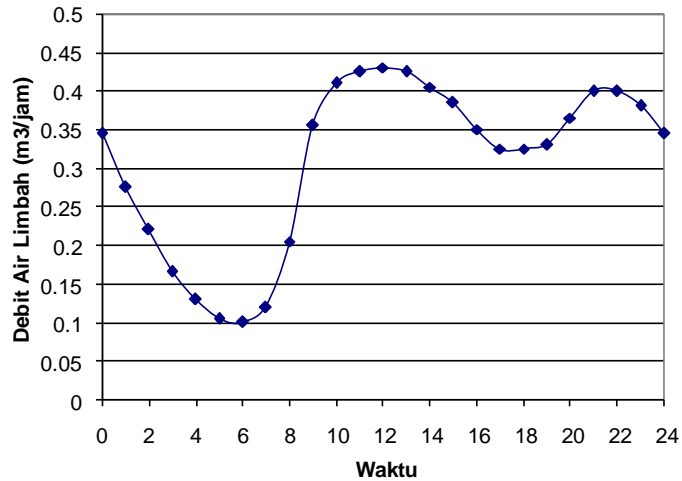
Kualitas Air Limbah (Industri)

- Berbeda dengan air limbah domestik
- Bervariasi → jenis industri dan proses
- Parameter Kimia : beragam
 - Logam berat : industri elektroplating, industri metal, industri penyamakan kulit, industri batu batere dll.
 - BOD/COD
 - industri makanan-minuman : biodegradable
 - Industri kimia/farmasi BOD/COD kecil

Kuantitas Air Limbah

- Domestik
 - cukup seragam ~ pemakaian air bersih 80% pemakaian air bersih
 - pola discharge mengikuti pemakaian air keb domestik
- Industri
 - sulit diprediksi → pola pemakaian air di industri → perlu survey lapangan
 - Bila tidak ada proses basah → tidak ada air limbahnya (industri) hanya dari kegiatan domestik

Fluktuasi Pemakaian Air



Perbedaan Limbah Cair Domestik dan Industri

PARAMETER	SATUAN	DOMESTIK	INDUSTRI
BOD	mg/l	100-300	0 -70.000
COD	mg/l	150-500	0-100.000
SS	mg/l	100-500	0->>
NH ₄ ⁺	mg/l	15-50	0->>
Logam berat	mg/l	0	0->>



Typical range of BOD and S.S. load for industrial and municipal wastewater

Origin of waste	Biochemical oxygen demand “BOD” (kg/ton product)	Total Suspended solids “TSS” (kg/ton product)
Domestic sewage	0.025 (kg/day/person)	0.022 (kg/day/person)
Dairy industry	5.3	2.2
Yeast industry	125	18.7
Starch & glucose industry	13.4	9.7
Fruits & vegetable canning industry	12.5	4.3
Textile industry	30 - 314	55 - 196
Pulp & paper industry	4 - 130	11.5 - 26
Beverage industry	2.5 - 220	1.3 - 257
Tannery industry	48 - 86	85 - 155

* Rapid assessment for industrial pollution



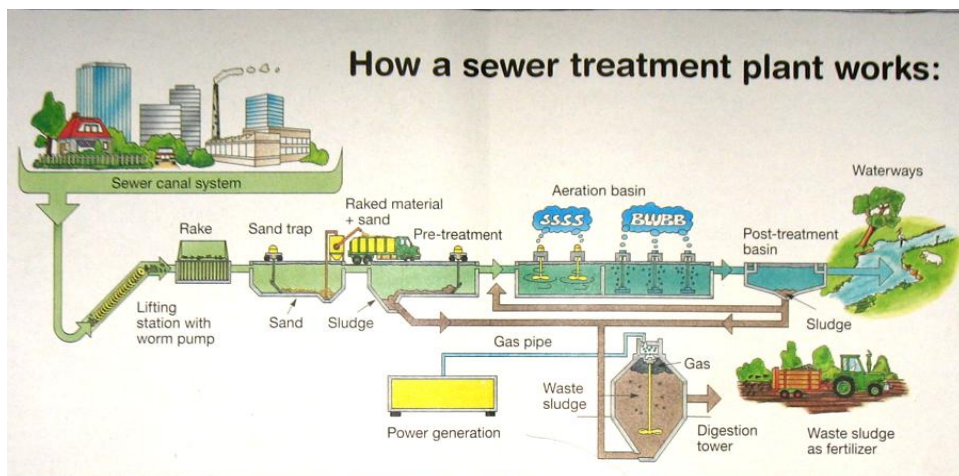
Typical range of concentration values for industrial and municipal wastewater

**

Origin of waste	pH	T.S.S mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	TDS, mg/l	O&G mg/l
—Domestic Sewage	7	220	250	500	500	-
—Dairy Industry	4	12150	14000	21100	19000	320
—Yeast Industry	5.3	540	2100	3400	3500	9
—Fruits & Vegetable Canning	5.5	2200	800	1400	1270	94
—Textile Industry	6.5	1800	840	1500	17000	155
—Pulp & Paper Industry	8	1640	360	2300	1980	-
—Beverage Industry	9	760	620	1150	1290	-
—Tannery Industry	10	2600	2370	4950	8500	115
-- Fish Canning	11	565	890	2350	8218	290

** Previous analysis conducting in several companies.

Pengolahan Air Limbah

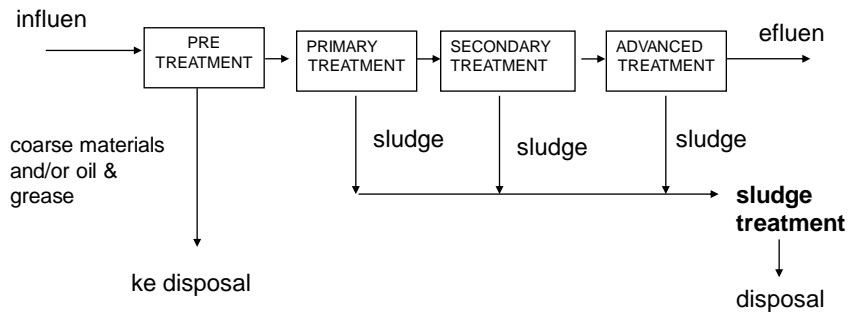


Skema Pengolahan Air Limbah

- Pre-treatment (Primary Treatment)
- Secondary Treatment
- Tertiary Treatment (Advance Treatment)
- Sludge Handling



Skema pengolah limbah



Proses fisika

- bar screen
- grit removal unit
- flotation unit
- comminution

- proses fisika
- sedimentation
- straining

- proses kimia
- proses biologi

- proses kimia
- proses biologi
- proses fisika



Pengolahan Air Limbah

- **Pre-treatment (Primary Treatment)**
Menghilangkan Suspended solid dan materi-materi kasar
- **Secondary Treatment**
Menghilangkan kandungan organik terlarut
- **Tertiary Treatment (Advance Treatment)**
Menghilangkan nutrien (N&P) atau bahan-bahan pencemar spesifik yang tidak dapat dihilangkan pada pengolahan tingkat sebelumnya
- **Sludge Handling**
 - Mengolah lumpur yang dihasilkan dalam proses sebelumnya sehingga siap dibuang ke lingkungan



Pengolahan Air Limbah (Unit Proses)

- Pengolahan secara Fisika
- Pengolahan secara Kimia
- Pengolahan secara Biologi

Pengolahan Air Limbah (Unit Proses)...(2)

■ Pengolahan secara Fisika-Kimia

- Diaplikasikan untuk menghilangkan bahan tersuspensi, senyawa yang tidak biodegradable serta logam-logam

- Contoh:
 - Koagulasi – Flokulasi
 - Oksidasi
 - Presipitasi
 - Filtrasi
 - Teknologi Membran

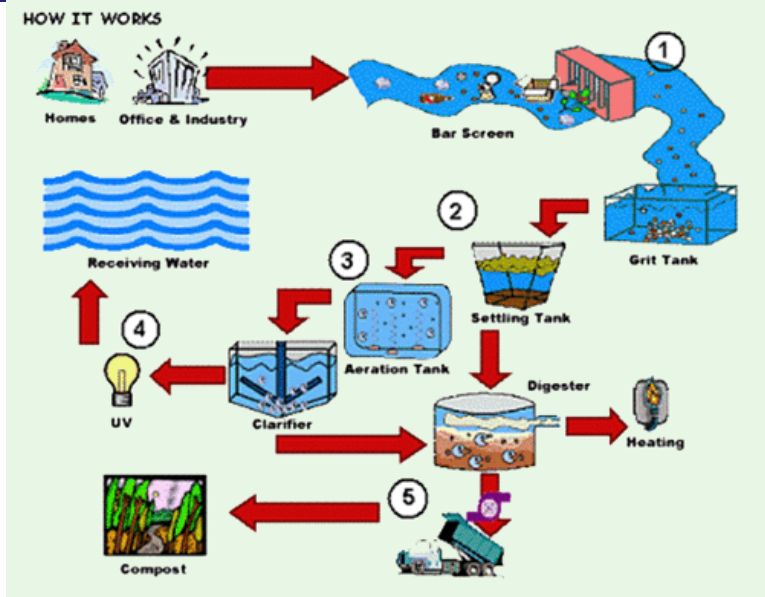
Pengolahan Air Limbah (Unit Proses)...(3)

■ Pengolahan Secara Biologi

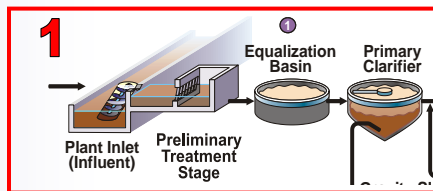
- Ditujukan untuk menghilangkan bahan-bahan organik terutama yang terlarut dalam air limbah

- Prinsip
 - Menggunakan mikroorganisme (biokatalis) dalam reaksi perombakan (degradasi) bahan organik menjadi mineral (CO_2 dan H_2O (aerob) atau CH_4 (anaerob))

- Mikroorganisme → Biomassa diukur sebagai *Mixed Liquor Volatile Suspended Solid* (MLVSS)



Primary Treatment *Solids Removal*



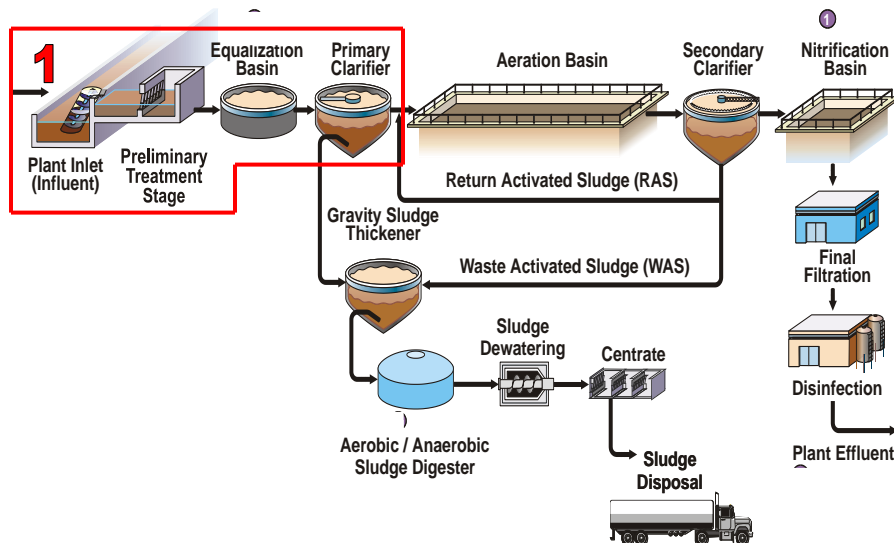
Pre Treatment & Primary Treatment

■ Pre-Treatment

- Proses Fisika
 - Bar Screen
 - Grit Removal unit
 - Flotation unit
 - Comminution

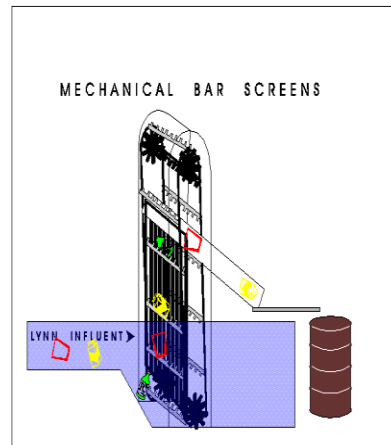
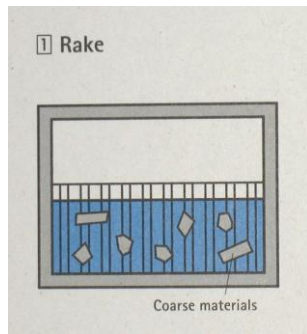
■ Primary Treatment

- Proses Fisika
 - Straining
 - Sedimentasi

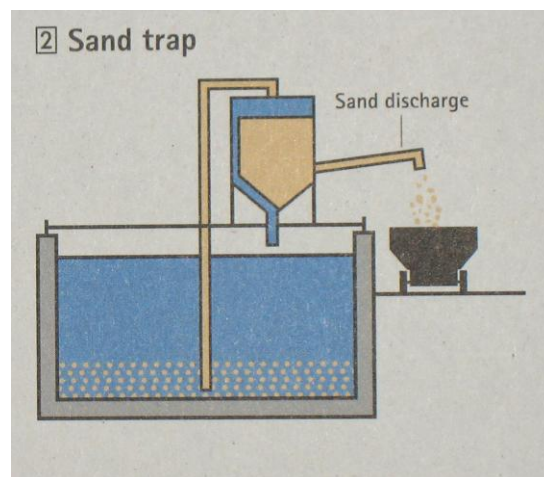




Bar screen

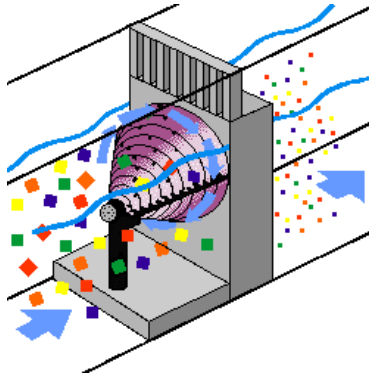


Grit Removal





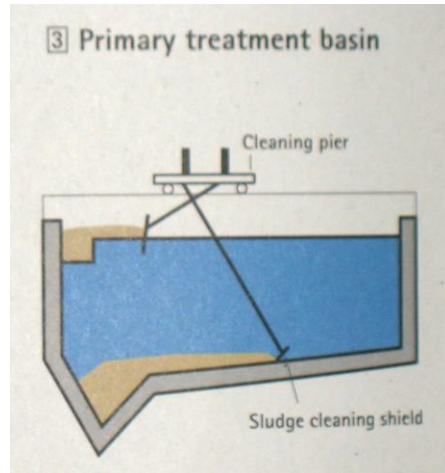
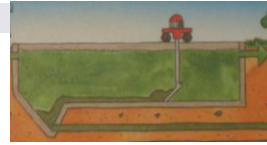
Comminution



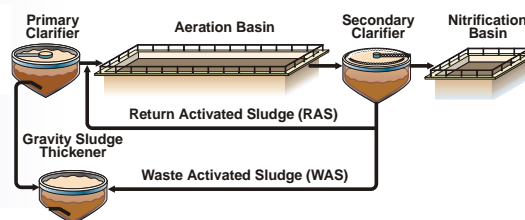
Fat Flotation



Sedimentation



Secondary Treatment *Removal of Soluble Organics*



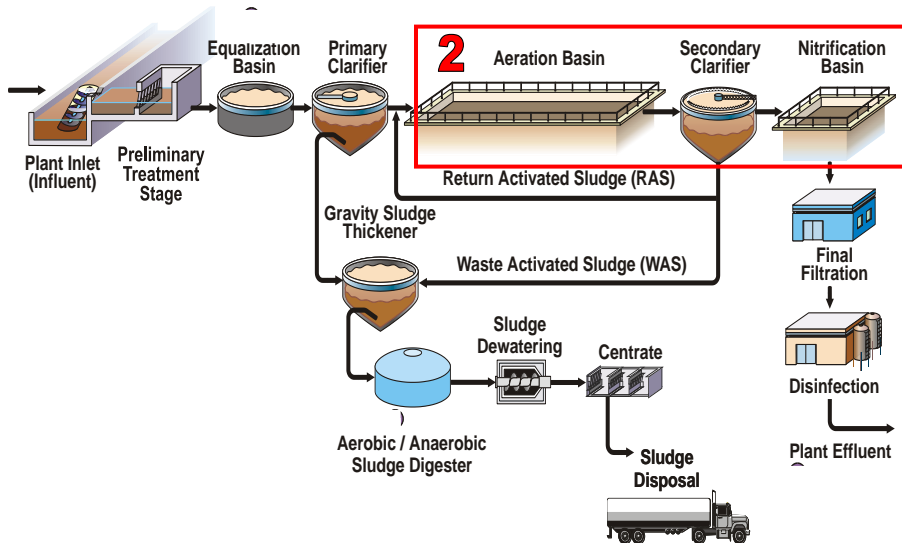
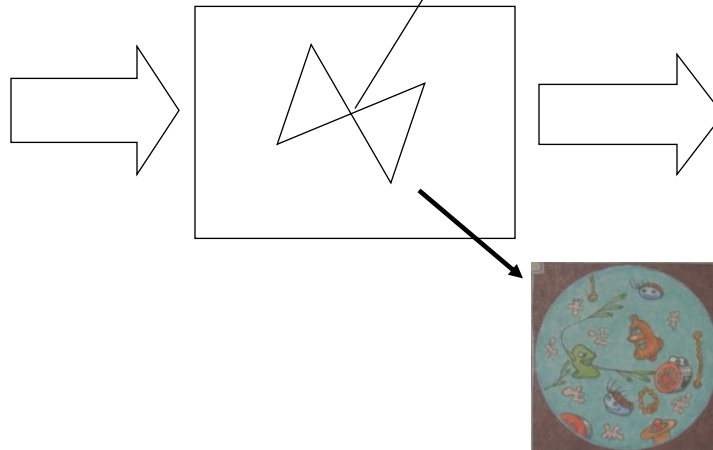
Secondary Treatment

- Proses Kimia
- Proses Biologi

Jenis Pengolahan Secara Biologi

- Berdasarkan kebutuhan oksigen:
 - Pengolahan secara aerob
 - COD < 4000 mg/l (relatif rendah)
 - Contoh:
 - Kolam (Kolam Stabilisasi, aerated Lagoon)
 - Trickling Filter
 - Rotating Biological Contractor
 - Activated Sludge
 - Modifikasi Activated Sludge (Kontak Stabilisasi, Extended Aeration, Oxidation Ditch)
 - Pengolahan secara anaerob
 - Contoh:
 - Imhoff Tank
 - Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

Konsep Pengolahan Biologi

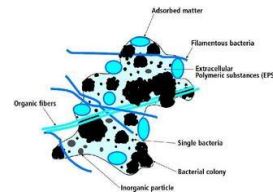
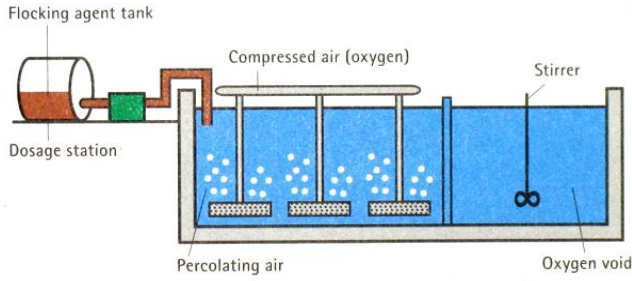


Tangki Aerasi



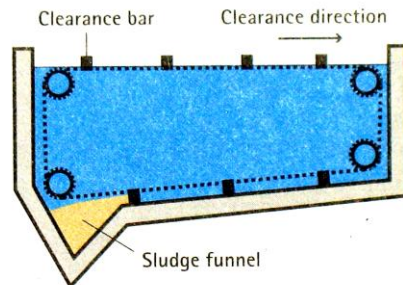
(Activated Sludge (Lumpur Aktif))

4 Aeration basin

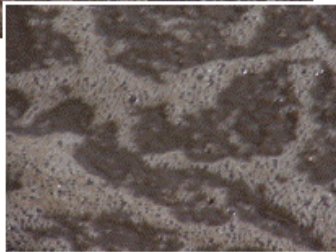


Secondary Sedimentation

5 Secondary treatment basin

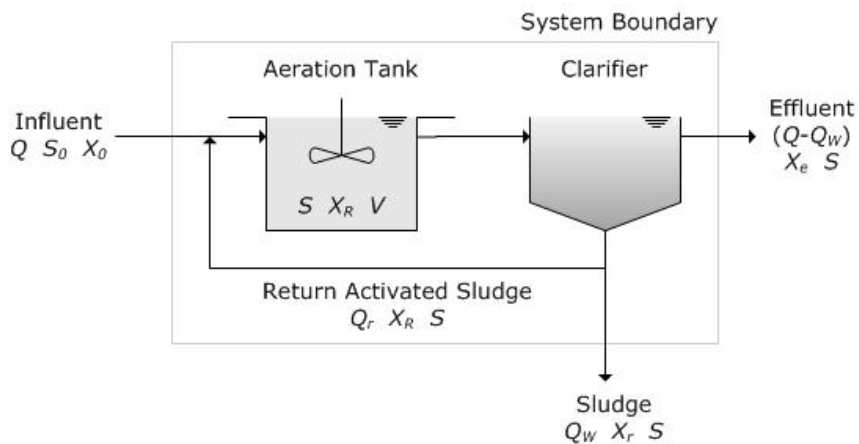


Tangki Aerasi dan Clarifier



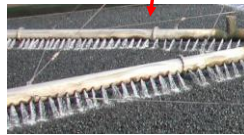
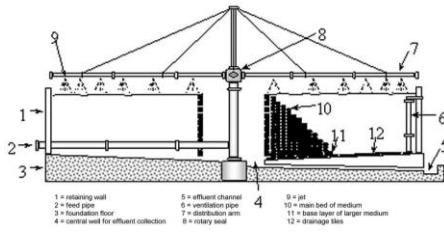
C. Ophardt c. 1999

Reaktor Dengan Menggunakan Feedback Biomassa (Lumpur Aktif)

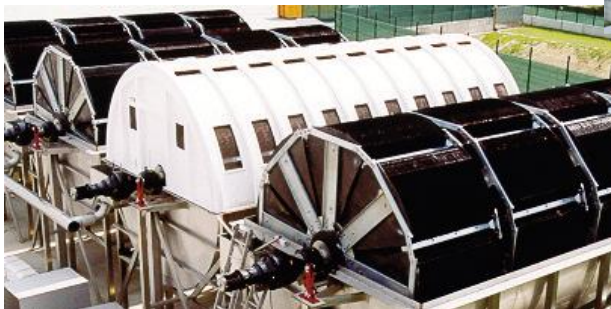
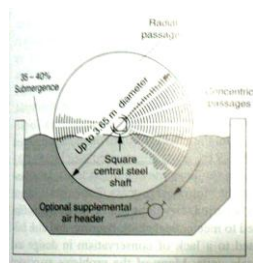




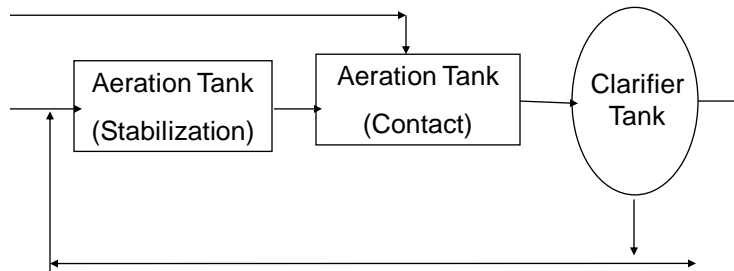
Trickling Filter



RBC – Rotating Biological Contractor



Kombinasi Extended Aeration DENGAN Contact Stabilization



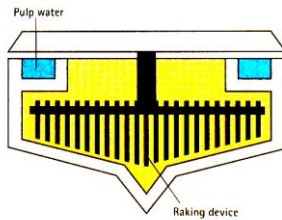
- Total waktu untuk aerasi untuk Extended Aeration adalah 20 jam
- Total waktu untuk contact stabilization adalah 6-7 jam
- Sistem TSB mempunyai spare capacity 3 kali bila dioperasikan sebagai contact stabilisasi

Advance Treatment

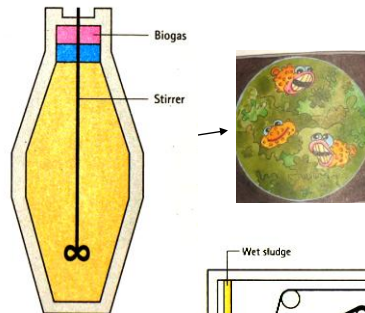
- Proses Kimia
- Proses Biologi
- Proses Fisika

Sludge Handling

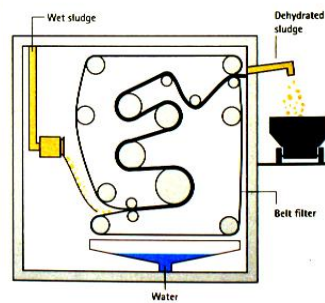
1 Pre-thickener and post-thickener



2 Digestion tower



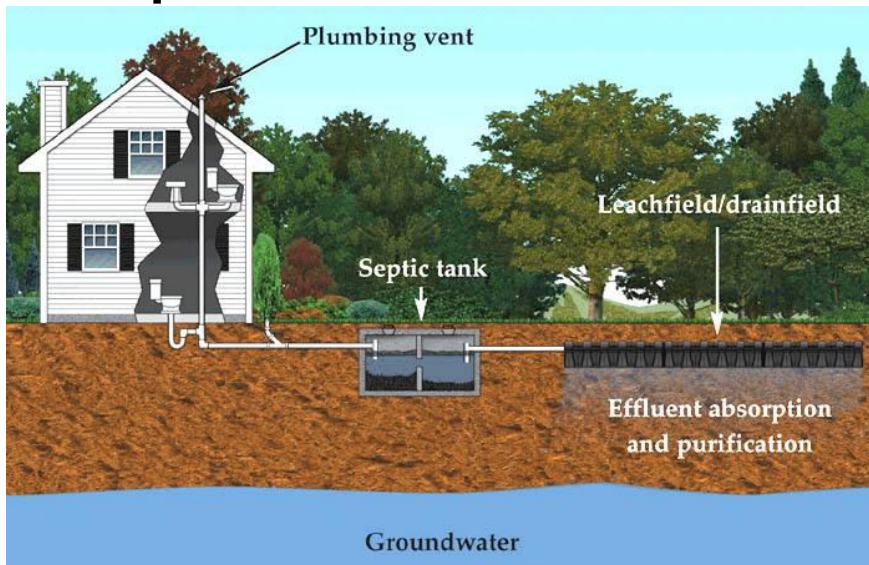
3 Sludge dehydration
Example: Belt filter press



On-site Sanitation

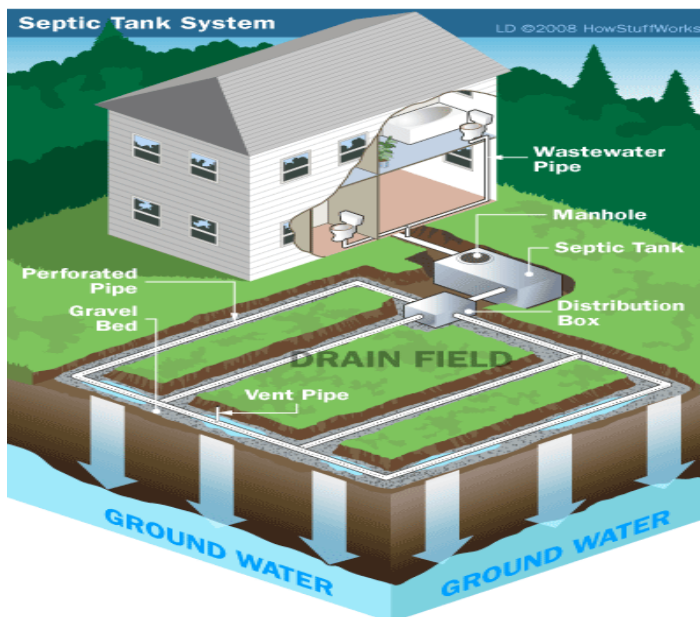
- Dalam pengelolaan limbah domestik dikenal sistem pengolahan terpusat (off-site sanitation) dan sistem pengolahan setempat (on-site sanitation).
- Sistem off-site sanitation: sistem dimana air limbah disalurkan melalui sewer (saluran pengumpul air limbah) lalu kemudian masuk ke instalasi pengolahan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

Komponen On-site Sanitation



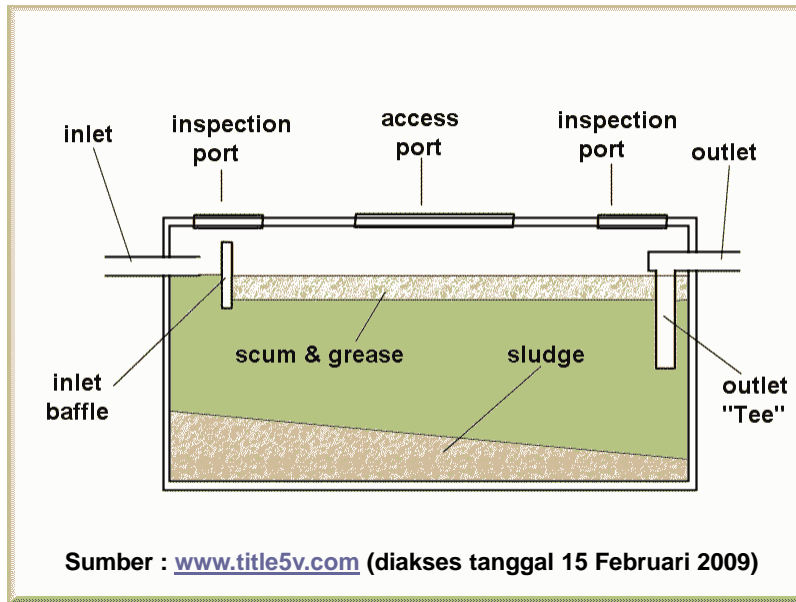
Sumber : www.abeeseptic.com (diakses tanggal 15 Februari 2009)

Komponen On-site Sanitation...(2)

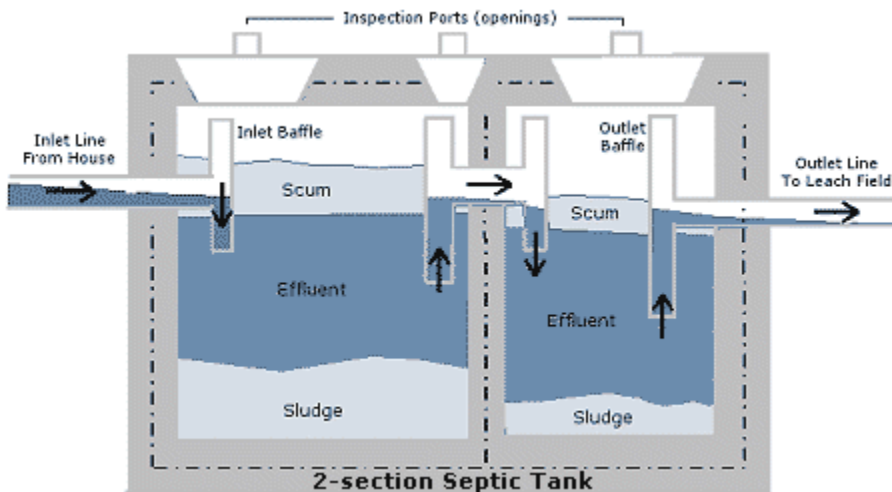




One-Compartment Septic Tank



Two-Compartment Septic Tank



Pengembangan Lanjut

- Perkembangan Teknologi
- Jenis/Tipe Pengolahan
- Kontrol Proses
- Model Proses Pengolahan (Parameter C, N, P)

