

UJIAN AKHIR

Mata Kuliah : Teknik Penyehatan
 Hari/Tanggal : Kamis, 11 Januari 2007
 Waktu : 120 menit (BUKU TERTUTUP)

6 x 1

Arrogie

SOAL A (Dosen: Ir. Budi Kamulyan, M.Eng.)

- I. (40%)
- Gambarkan bagan alir prosès pengolahan air (beserta penjelasan fungsi masing-masing prosès) yang digunakan untuk mengolah air sungai yang airnya sangat keruh dan mengandung bakteri patogen?
 - Berikan penjelasan singkat dari istilah-istilah berikut ini :
 (a) *Waterborne disease*; (b) *Inter particle bridging*
 - Gambarkan satu unit bangunan *clariflocculator* dan jelaskan bagian-bagiannya beserta fungsinya masing-masing?
- II. (60%) Rancanglah (termasuk gambar denah dan potongan memanjang) unit kolam pengendapan akhir yang diperlukan untuk penyediaan air minum kawasan yang berpenduduk 300.000 jiwa.
 Data perencanaan ditetapkan sebagai berikut :
 Kebutuhan air = 150 liter/jiwa.hari; Waktu tinggal = 5 jam; Laju luapan permukaan = $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{jam}$; Laju ambang outlet maksimum $6 \text{ m}^3/\text{m}^1\cdot\text{jam}$, dan Kecepatan aliran maksimum 9 m/jam.

SOAL B. (Dosen : Ir. Sri P. Saraswati)

- I. (30%)
 Jawab soal berikut ini dengan singkat - padat
- Jelaskan bagan alir pengolahan air limbah domestik
 - Jelaskan tentang prosès biodegradasi secara aerob dan anaerob, dan berikan persamaan umum reaksinya.
 - Susun *flow sheet* prosès pengolahan berikut ini
 - Trickling filter – desinfeksi-tangki pengendapan-saluran pasir-kolam ekualisasi
 - Kolam maturasi-kolam anaerobik-saluran pasir-kolam fakultatif
- II. (70%)
 Suatu air limbah dengan debit $40 \text{ m}^3/\text{hari}$ akan di olah dengan sebuah IPAL menggunakan bagan alir : *septic tank* – *lagoon* – saringan pasir – desinfeksi. Dari sebuah percobaan di laboratorium dengan sistem "batch", air limbah tersebut akan menghasilkan SS (*suspended solid*) yang mampu mengendap dengan konsentrasi 260 mg/l . Jika lumpur (SS yang masih mengandung air) yang dihasilkan tersebut mempunyai rasio padatan (*solid fraction*) = 0.05.
- Tentukan dimensi *septic tank* 3 ruang (ruang pertama 2 bagian volume, ruang 2 dan 3 masing-masing 1 bagian volume) jika periodisasi pengurusan seliap tahun.
 - Jika konsentrasi influent COD air limbah 550 mg/l dan BOD_5 250 mg/l ke *septic tank*. Kecepatan reaksi penguraian dalam kolam fakultatif (k) diasumsikan $0.35/\text{hari}$ pada suhu 20°C ; $k_T = k_{20} \cdot \theta^{(T-20)}$; $\theta = 1,03$; Target pengolahan dalam kolam 30 mg/l untuk BOD_5 . Rancang dimensi kolam limbah susun 2 secara seri.

PERHATIAN!
 WAJIB MELAMPIRKAN KOPI SURAT PUAS/MENUNJUKKAN SURAT PUAS ASLI
 KEPADA PENGAWAS UJIAN. JIKA TIDAK, NILAI TIDAK KELUAR.

-----selamat mengerjakan-----

37

11 X

II. (70%)

Suatu air limbah dengan debit $40 \text{ m}^3/\text{hari}$ akan di olah dengan sebuah IPAL menggunakan bagan alir : *septic tank* – *lagoon* – saringan pasir – desinfeksi.

Dari sebuah percobaan di laboratorium dengan sistem "batch", air limbah tersebut akan menghasilkan SS (*suspended solid*) yang mampu mengendap dengan konsentrasi 200 mg/l . Jika lumpur (SS yang masih mengandung air) yang dihasilkan tersebut mempunyai rasio padatan (*solid fraction*) = 0.06.

- a. Tentukan dimensi *septic tank* 3 ruang (ruang pertama 2 bagian volume, ruang 2 dan 3 masing-masing 1 bagian volume) jika periodisasi pengurasan setiap tahun.

Jika konsentrasi influent COD air limbah 550 mg/l dan BOD_5 250 mg/l ke *septic tank*. Kecepatan reaksi penguraian dalam kolam fakultatif (k) diasumsikan $0.35/\text{hari}$ pada suhu 20°C ; $k_T = k_{20} \cdot \theta^{(T-20)}$; $\theta = 1.03$. Target pengolahan dalam kolam 30 mg/l untuk BOD_5 .

- b. Rancang dimensi kolam limbah susun 2 secara seri.

Catatan : hal-hal lain yang tidak dicantumkan dalam soal dapat diasumsikan sendiri secara logis.

PERHATIAN!

WAJIB MELAMPIRKAN KOPI SURAT PUAS/MENUNJUKKAN SURAT PUAS ASLI KEPADA PENGAWAS UJIAN. JIKA TIDAK, NILAI TIDAK KELUAR.

selamat mengerjakan

$$b) \frac{S}{S_0} = \frac{1}{\left[1 + \frac{kD}{n}\right]^n}$$

$k = 0.35$
 $n = 2$
 $t = 30$
 $S_0 = 250$

$$\frac{30}{250} = \frac{1}{\left[1 + 0.35 \frac{D}{2}\right]^2}$$

$$\sqrt{0.12} = \frac{1}{1 + 0.35 \frac{D}{2}}$$

$$0.3464 = \frac{1}{\left[1 + \frac{D}{0.175}\right]}$$

$$0.3464 + \frac{D}{0.175} = 1$$

$$D = 10.72 \text{ hari}$$

Jika kolam sedalam 5 m
maka $A = \frac{431.2}{5} = 86.24$

$$\text{jika } A = b \times b \rightarrow b = 9.28$$

$$b \approx 9.3 \text{ m}$$

Clariflocculator (Kolam koagulasi - Flokulasi - Sedimentasi) → bangunan / kolam yang terpisahkan dengan yang lain, dihubungkan dengan sistem perpipaan, berfungsi untuk proses pembuangan partikel koloid dari dalam air melalui 3 proses :

- Pengadukan cepat (*rapid mixing*) → dilakukan di unit pencampur (*Mixing unit*) berfungsi meneampurkan bahan koagulan yang ditambahkan di bagian depan sehingga akan teraduk / tercampur begitu sampai di daerah loncat air.
- Pengadukan perlahan-lahan (*gentle stirring*) → di unit flokulasi untuk menjaga agar partikel koloid yang telah mengalami destabilisasi & flok bersatu sehingga terbentuk gumpalan / flok besar & mampu mengendap secara gravitasi
- Pemisahan gumpalan / flok yang telah terbentuk → di unit pemisahan (*clarifying unit*).

↳ Alat pencampur : 1. Tipe Hidraulis (*Hydraulic Rapid mixer*)
2. Tipe Mekanis → digerakkan motor listrik untuk mencampurkan bahan koagulan secara mekanis

Alat pengaduk : 1. Tipe Hidraulis → daya pengadukan dari turbulensi aliran
2. Tipe Mekanis → pengaduk motor listrik, meliputi :
pedal pengaduk, turbin, propeller.

Data perencanaan unit kolam pengendapan akhir :

- Kebutuhan air = 150 liter / jiwa hari
- Penduduk = 300.000 jiwa
- Kapasitas = $150 \times 300.000 / 24 \times 3600 = 520,833 \text{ liter/detik} = 0,52083 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Waktu tinggal = 5 jam
- Laju luapan permukaan = $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam}$
- Laju ambang outlet = $\leq 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam}$
- Kecepatan aliran = $\leq 9 \text{ m/jam}$
- Kedalaman air = 3-4 m → hal 7, tipikal ukuran

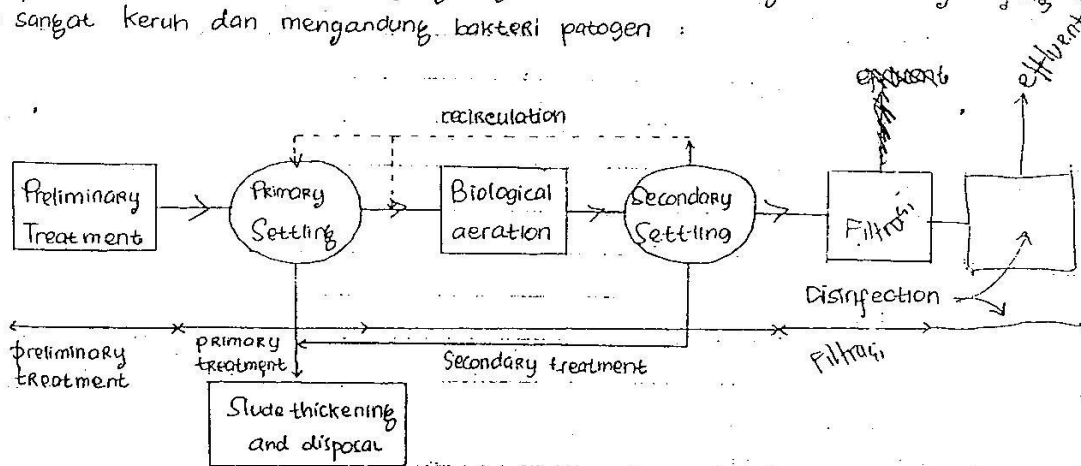
- Beban air yang diolah (Q) = $\frac{1}{2} \times$ kapasitas penyediaan air
 $= \frac{1}{2} \times 0,52083$
 $= 0,26042 \text{ m}^3/\text{det}$

-- Orambi waktu tinggal (T) = 5 jam

- Volume kolam : $V = Q \times T$
 $= 0,26042 \text{ (m}^3/\text{s)} \times 5 \times 3600$
 $= 4687,56 \text{ m}^3$

- Ditentukan kedalaman air : $h = 4 \text{ m}$

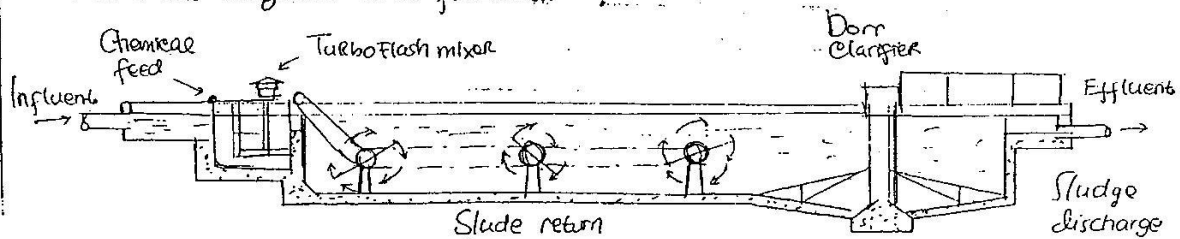
Bagan alir proses pengolahan air yang digunakan untuk mengolah air sungai yang airnya sangat keruh dan mengandung bakteri patogen :



- Preliminary treatment yaitu pengolahan pendahuluan bertugas mempersiapkan limbah untuk dapat diolah secara fisik, meliputi :
- Screening → berfungsi membuang solid particles yang akan berpengaruh terhadap pengolahan selanjutnya.
 - Grit chamber → berfungsi mengendapkan pasir.
 - Racks → berfungsi untuk mengendapkan sampah.
 - Ekuolisasi → — — untuk mengkuatkan/menstabilkan debit & kualitas.
 - Oil/grease skimming → berfungsi mengapungkan minyak/lemak.
- Primary settling : berfungsi mengendapkan lumpur, mengurangi bau
- Biological Aeration : limbah diuraikan oleh bakteri
- Secondary settling : berfungsi mengontrol kebutuhan oksigen, membuang lumpur, mengatur dosis desinfektan.

- a) Waterborne disease yaitu penyakit yang penyebarannya melalui media air, seperti: tipus, kolera, disentri; Air berfungsi sebagai media pembawa & perkembangbiakan kuman penyakit tersebut jika kondisi sanitasi sangat buruk.
- b) Inter particle bridging yaitu partikel koloid diikat partikel koagulan karena adanya jembatan molekul karena koagulan yang rantainya panjang.
- Molekul berbentuk rantai akan menjembatani partikel-partikel koloid sehingga menjadi kesatuan.

Gambar 1 unit bangunan Clari-flocculator



$$\text{- Luas permukaan kolam } (A_p) = \frac{V}{h} = \frac{4687,56}{4} = 1171,89 \text{ m}^2$$

$$\text{- Diameter kolam } (D) \rightarrow A_p = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$1171,89 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$D^2 = 1492,097$$

$$D = 38,628 \approx 38,6 \text{ m}$$

Digunakan kolam pengendapan bentuk lingkaran dengan garis tengah 38,6 m

Kontrol dimensi :

$$1. \text{ Waktu Tinggal } : T = \frac{\text{Volume}}{Q}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times (38,6)^2 \times 4}{0,26042 \times 3600}$$

$$= 4,992 \text{ jam (syarat 4-6 jam)} \Rightarrow \text{OK! hal 31}$$

$$2. \text{ Beban permukaan } : A_b = \frac{\text{Debit}}{\text{Luas permukaan}}$$

$$= \frac{0,26042 \times 3600}{\frac{1}{4} \times \pi \times (38,6)^2}$$

$$= 0,80 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam (syarat } 0,6 - 1,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam)} \Rightarrow \text{OK}$$

$$3. \text{ Beban ambang outlet } : L_p = \frac{\text{Debit}}{\text{Panjang ambang}}$$

$$= \frac{0,26042 \text{ (m}^3/\text{s)} \times 3600 \text{ (det/jam)}}{\pi \times (38,6) \text{ (m)}}$$

$$= 7,73 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam} \rightarrow \text{tidak OK (} 7,73 > 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ jam)}$$

sehingga ambang outlet harus diperpanjang

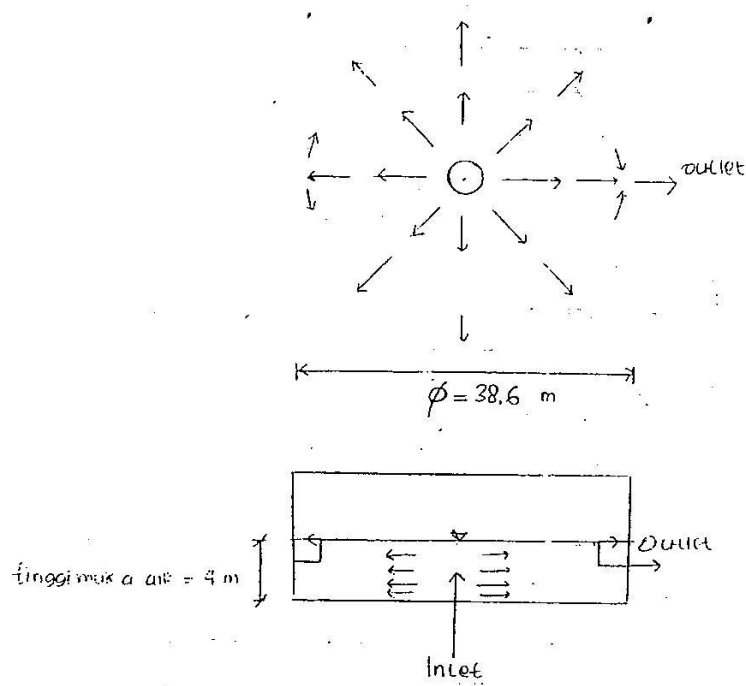
$$4. \text{ Kecepatan Aliran Rerata } : V_h = \frac{\text{Debit}}{\text{Luas Tampang Aliran}}$$

$$= \frac{0,26042 \times 3600}{\frac{1}{2} \times \pi \times (38,6)^2 \times 4}$$

$$= 3,87 \text{ m/jam (syarat } \leq 9 \text{ m/jam)} \rightarrow \text{OK}$$

ambar Denah & Potongan Memanjang unit kolam pengendapan akhir : \rightarrow

Sketsa gambar Denah & Potongan Memanjang Unit Kolam Pengendapan Akhir :



Kelenyuan = silinder dengan slope dasar : 1 : 10 sampai 1 : 5 ke pusat @