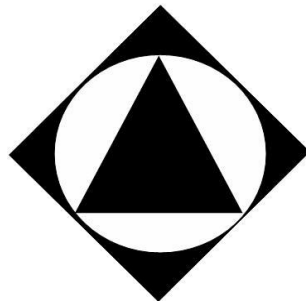


NASKAH TUTORIAL
TL-335
DESAIN PENGOLAHAN FISIK KIMIA 1

Semester Ganjil 2016/2017

Disusun Oleh:
Rachmawati S. Dj.



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
2016



YAYASAN PENDIDIKAN DAYANG SUMBI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. PHH. Mustafa No. 23 Bandung Indonesia. Phone +62 22 7272215; Fax +62 22 7202892
www.itenas.ac.id

SURAT KETERANGAN

Yang bertandatangan dibawah ini Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITENAS, menerangkan bahwa :

Rachmawati S.DJ, Ir.,M.En.Stud.,Ph.D

Adalah **Pembuat Naskah Tutorial Desain Pengolahan Fisika Kimia 1** Prodi Teknik Lingkungan Periode Semester Ganjil Tahun Ajaran 2016/2017.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 1 Agustus 2016
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Iwan Juwana, ST, MEM, Ph D

LEMBAR PENGESAHAN

**NASKAH TUTORIAL
TL-335
DESAIN PENGOLAHAN FISIK KIMIA 1**

Mengetahui
Ketua Jurusan
Teknik Lingkungan



Iwan Juwana, ST, MEM, Ph D

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

INTRODUCTION

Week 1.1

Manfaat MK

Matakuliah ini membekali mahasiswa mengenai:

- arti satuan operasi (SO) dan proses (SP),
- yang terdapat dalam perencanaan bangunan pengolahan air minum (PBPAM) dan buangan (PBPAB),
- pada tahap *preliminary*, *primary* dan *tertiary treatment*.

Kedudukan Mata Kuliah

DEFIKI
1

PBPA

PBPA

M

B

S

S

O

P

KIMIA
LAB
LINGK

Gambar
Teknik I

Gambar Teknik
II

Laboratorium
Lingkungan I

Laboratorium
Lingkungan II

kimia
lingkungan

Kompetensi Umum MTK

Setelah menyelesaikan m.k ini secara menyeluruh, mahasiswa dapat menjelaskan:

- peran satuan operasi dan proses dalam PBPAM dan PBPAB,
 - perancangan unit-unitnya, dan
 - tata letak
- pada tahap *preliminary*, *primary* dan *tertiary treatment*.

Diagram Pencapaian Kompetensi

3. Mahasiswa mampu merancang satuan operasi dan atau proses unit bangunan pengolahan air minum dan air buangan pada tahap *preliminary, primary* dan *tertiary treatment*

2. Memahami dan mampu mendesain bangunan penangkap air baku, saluran pembawa, *bar screen, communitor, grit chamber*, Tanki Aliran Rata-Rata (TAR), prasedimentasi, koagulasi & flokulasi, sedimentasi dan pengolahan lumpur

1. Mahasiswa mampu menjelaskan secara umum dan detail konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses tahap *preliminary, primary* dan *tertiary treatment* pada BPAM dan BPAB

Tabel GBPP

| Ming-g u k e | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|-----------------------|-----|-----|-----|---|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 1 | K1 | R1 | A1 | 1. Kontrak Pembelajaran 2. Mahasiswa mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan | 1. Kontrak Pembelajaran Mahasiswa mampu: <ul style="list-style-type: none"> menjelaskan tata tertib pembelajaran memahami rencana pembelajaran 1 semester menjelaskan tujuan matakuliah 2. Mahasiswa mampu memahami : <ul style="list-style-type: none"> Proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan pada tahap <i>preliminary treatment</i> Dapat membedakan <i>preliminary treatment</i> dan <i>primary treatment</i> serta hubungan keduanya | <ul style="list-style-type: none"> Manfaat matakuliah (MTK) Kompetensi umum MTK Jadwal kegiatan satu semester Tata tertib pembelajaran Referensi utama Kriteria penilaian proses dan hasil belajar Pengenalan pengolahan air Tahapan pengolahan air Pengolahan air secara fisik kimia pada <i>preliminary treatment</i> dan <i>primary treatment</i> |

Minggu ke - 1

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|---|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 1 | K1 | R1 | A1 | Mahasiswa mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan | Mahasiswa mampu memahami : <ul style="list-style-type: none">• Baku mutu air minum dan air limbah• Analisis karakteristik air• Analisis antara standar dan karakteristik air• Menentukan rangkaian unit pengolahan sesuai dengan karakteristik air secara umum | <ul style="list-style-type: none">•Baku mutu•Karakteristik air•Rangkaian unit pengolahan dan fungsi masing-masing unit secara umum |

Minggu ke - 2

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|--|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 2 | K2 | R2 | A2 | Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada <i>preliminary</i> dan <i>primary treatment</i> | <p>Mahasiswa mampu memahami dan mendesain:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cara pengambilan air baku air minum, jenis bangunan, saluran pembawa baik berupa saluran terbuka dan tertutup, • Kuantitas air baku dan air buangan yang akan diolah di instalasi pengolahan air | <ul style="list-style-type: none"> • Bangunan penangkap air baku (intake dan broncaptering) serta peralatannya • pompa • Saluran pembawa (saluran terbuka dan tertutup) |

Minggu ke - 3

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|--|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 3 | K3 | R3 | A3 | Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada <i>preliminary</i> dan <i>primary treatment</i> | <p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan kembali jenis-jenis <i>bar screen</i> serta keuntungan dan kelebihannya menjelaskan kembali definisi, fungsi, prinsip, operasi dari unit <i>bar screen</i> Menghitung dimensi, <i>headloss</i> dan hal terkait mengenai <i>bar screen</i> Menggambarkan unit <i>bar screen</i> yang telah dibuat | <ul style="list-style-type: none"> jenis-jenis <i>bar screen</i> Definisi, fungsi, prinsip, operasi dari unit <i>bar screen</i> Menghitung dimensi, <i>headloss</i> dan hal terkait mengenai <i>bar screen</i> Menggambarkan unit <i>bar screen</i> yang telah dibuat |

Minggu ke - 4

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|---|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 4 | K4 | R4 | A4 | <i>Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada preliminary dan primary treatment</i> | <p>Mahasiswa mampu:</p> <p>Menjelaskan kembali jenis-jenis Grit Chamber serta keuntungan dan kelebihannya</p> <p>menjelaskan kembali definisi, fungsi, prinsip, operasi dari unit <i>Grit Chamber</i></p> <p>Menghitung dimensi, dan hal terkait mengenai <i>Grit Chamber</i></p> <p>Menggambarkan unit <i>Grit Chamber</i> yang telah dibuat</p> | <ul style="list-style-type: none"> •Jenis Grit Chamber •Definisi, fungsi, prinsip, operasi dari unit <i>Grit Chamber</i> •Menghitung dimensi, <i>headloss</i> dan hal terkait mengenai <i>Grit Chamber</i> •Menggambarkan unit <i>Grit Chamber</i> yang telah dibuat |

Minggu ke - 5

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 5 | K5 | R5 | A5 | <i>Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada preliminary dan primary treatment</i> | <p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memahami fungsi unit tangki aliran rata-rata (TAR), desain dan proses biologis di unit TAR • menjelaskan kembali definisi, fungsi, prinsip, operasi dari unit TAR • Menghitung dimensi, dan hal terkait mengenai TAR • Menggambarkan unit TAR yang telah dibuat | <ul style="list-style-type: none"> •Definisi dan fungsi dari TAR •Prinsip proses dari TAR •Parameter kualitas yang mempengaruhi •Desain unit TAR •Bahan dan pelengkap tersedia di pasaran |

Minggu ke - 6

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 6 | K6 | R6 | A6 | <i>Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada preliminary dan primary treatment</i> | <p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan kembali tipe pengendapan, • memahami aplikasi sedimentasi dalam proses pengolahan air serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. • menjelaskan pengertian, prinsip dasar/ mekanisme, dan jenis dari prasedimentasi • menghitung besarnya removal partikel padatan pada proses prasedimentasi • menentukan parameter desain unit prasedimentasi • Mendesain unit prasedimentasi • Menggambar detail unit prasedimentasi yang | <ul style="list-style-type: none"> •Definisi sedimentasi, •Tipe pengendapan •Faktor kualitas air yang mempengaruhi (Kekeruhan, warna, <i>solid</i>,organik) Mekanisme sedimentasi dan tipe sedimentasi •Hubungan tipe sedimentasi 1 dalam desain unit prasedimentasi •Rumus dalam tipe sedimentasi 1 •Bangunan prasedimentasi dan pelengkap •Desain unit prasedimentasi dan pelengkap •Bahan dan pelengkap tersedia di pasaran |

Minggu ke - 7

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|--|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 7 | K7 | R7 | A7 | <p><i>Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada preliminary dan primary treatment</i></p> | <p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan pengolahan lumpur • Menghitung jumlah lumpur yang keluar dari instalasi • <i>Sludge drying bed</i> • <i>Thickener</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Jenis-jenis pengolahan lumpur • Menghitung jumlah lumpur yang keluar dari instalasi • <i>Sludge drying bed</i> • <i>Thickener</i> |

Minggu ke - 8

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|---|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 8 | K8 | R8 | A8 | Mampu menjelaskan secara umum konsep pengolahan fisik kimia pada setiap unit operasi dan proses pada tertiary treatment | <p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan kembali proses aerasi dan flotasi • Menjelaskan kembali proses transfer gas • Menjelaskan kembali reaksi kimia unsur-unsur yang bisa diaerasi • Menjelaskan kembali parameter desain unit aerasi dan flotasi • Menghitung dimensi unit aerasi dan flotasi | <ul style="list-style-type: none"> • proses aerasi dan flotasi • proses transfer gas • reaksi kimia unsur-unsur yang bisa diaerasi • parameter desain unit aerasi dan flotasi • dimensi unit aerasi dan flotasi |

Minggu ke - 9

| Ming-g u ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|----------------|-----|-----|-----|---|--|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 9 | K9 | R9 | A9 | <p><i>Mahasiswa mampu merancang bangunan pengolahan air minum dan air buangan secara fisik-kimia pada unit tertiary treatment</i></p> | <p>Mahasiswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proses Adsorpsi • Karbon aktif • Pemodelan adsorpsi • Menentukan parameter desain unit adsorpsi • Menghitung dimensi unit adsorpsi | <ul style="list-style-type: none"> • Isoterm adsorpsi • Kinetika reaksi • Masa layan adsorpsi • Parameter desain unit adsorpsi • Dimensi unit adsorpsi |

Minggu ke - 10

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 10 | K10 | R10 | A10 | <p><i>Mahasiswa mampu merancang bangunan pengolahan air minum dan air buangan secara fisik-kimia pada unit tertiary treatment</i></p> | <p>Mahasiswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proses <i>Ion Exchange</i> • Menentukan parameter desain unit <i>ion exchange</i> • Menghitung dimensi unit <i>ion exchange</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ion Exchange</i> • Parameter desain unit <i>ion exchange</i> • Dimensi unit <i>ion exchange</i> |

Minggu ke - 11

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 11 | K11 | R11 | A11 | <p><i>Mahasiswa mampu merancang bangunan pengolahan air minum dan air buangan secara fisik-kimia pada unit tertiary treatment</i></p> | <p><i>Mahasiswa mampu memahami:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Proses pengolahan air dengan menggunakan teknologi membran</i> • <i>Proses pengolahan air dengan menggunakan teknologi Ultra Filtrasi</i> • <i>Menentukan parameter desain unit membrane dan ultra filtrasi</i> • <i>Menghitung</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Flux</i> • <i>Tekanan</i> • <i>Permeate</i> • <i>Retanate</i> • <i>Desain membrane</i> |

Minggu ke - 12

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|---|---|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 12 | K12 | R12 | A12 | <p><i>Mahasiswa mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan pada unit secondary treatment</i></p> | <p><i>Mahasiswa mampu :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Memahami jenis-jenis reservoir air bersih</i> • <i>Merancang desain reservoir dan bak penampung air buangan</i> • <i>Menghitung dimensi reservoir dan bak penampung</i> • <i>Menggambar</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Reservoir</i> • <i>Bak penampung air buangan</i> |

Minggu ke - 13

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|--|---|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 13 | K13 | R13 | A13 | <p><i>Mahasiswa mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan pada unit preliminary, primary, secondary dan tertiary treatment</i></p> | <p><i>Mahasiswa mampu merencanakan: Lay out dan Profil Hidrolis</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> •Lay out dan •Profil Hidrolis |

Minggu ke - 14

| Ming-gu ke | K | R | A | Sub kompetensi (diambil dari peta kompetensi) | Indikator ketercapaian kompetensi | Materi Pembelajaran/ Pokok Bahasan |
|------------|-----|-----|-----|--|---|---|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 14 | K14 | R14 | A14 | <p><i>Mahasiswa mampu menjelaskan proses pengolahan air secara fisik dan kimia pada instalasi pengolahan air bersih dan air buangan pada unit preliminary, primary, secondary dan tertiary treatment</i></p> | <p><i>Mahasiswa mampu merencanakan:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rencana Anggaran Biaya</i> • <i>Spesifikasi Teknis dan</i> • <i>Rencana & biaya Operasi dan Pemeliharaan</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rencana Anggaran Biaya</i> • <i>Spesifikasi Teknis</i> • <i>Rencana & biaya operasi dan Pemeliharaan</i> |

Referensi

- Rich, L. G. Unit Operations of Sanitary Engineering, John Wiley & Sons, Inc. 1974. Clemson, S.C.
- Rich, L. G. Unit Processes of Sanitary Engineering, John Wiley & Sons, Inc. 1963. New York. London.
- Fair, G. M., Geyer J. C., Okun, D. A. *Water and Wastewater Engineering. Volume 2 Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal*. John Wiley & Sons, Inc. 1968. Singapore.
- Al-Layla, M. A. *Water Supply Engineering Design*. Ann Harbor Science Publisher. 1980. Utah.

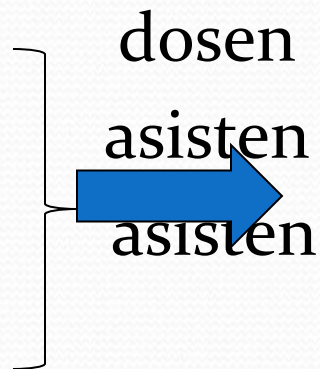
Referensi

- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse. Fourth Edition.* Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill. 2004. Singapore.
- Huisman, L. Sedimentation and Flotation. TU Delft. 2004.
- Reynolds, T. D.
- *Water Treatment Handbook. Fifth Edition.* Degremont. Halsted Press Book. 1979.
- Rachmawati, S. Dj. *Power Point (PP) wk-1-14.* Desain Pengolahan Fisika Kimia I. Jurusan Teknik Lingkungan Itenas. 2016

TL – 335

Desain Pengolahan Fisik Kimia 1

- 6 sks
- Kuliah
- Responsi
- Asistensi/Tugas



Etika perkuliahan

- Mahasiswa datang tepat pada waktunya, toleransi waktu s/d 15 menit jam perkuliahan awal, setelah itu tidak boleh masuk ruangan. Kecuali dosen memberitahu sebelumnya bhw dosen akan terlambat datang.
- Absensi minimal 80%, kurang dari itu ybs tidak boleh mengikuti UTS & UAS.
- Mahasiswa diwajibkan membaca buku pustaka sebelum perkuliahan berlangsung.
- Tidak boleh berbicara selama dosen sedang menerangkan dan ketika temannya sedang menjawab pertanyaan/ditanya oleh dosen.
- Boleh membawa minum.

Penilaian:

- Quiz/tugas kelas/tugas responsi : 10%
- Ujian setiap modul: total = 70%.
- Tugas besar : 20%
- Kecurangan selama quiz/uts/uas/tugas akan mengakibatkan nilai menjadi E.

Modul

| Modul | Isi |
|-------|-----------------------------|
| 1 | Introduction |
| | Tahapan Proyek PBPAM/PBPAB |
| | Langkah-langkah PBPAM/PBPAB |
| | |
| | |
| | |

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Tahapan Proyek PBPAM/PBPAB

Week 1.2

pekerjaan multi disiplin

- Untuk mengerjakan PBPAM/PBPAB ahli Teknik Lingkungan (TL) tidak bisa bekerja sendiri, harus bekerjasama dengan: ahli Arsitektur (AR), Sipil (SI), Elektro (EL), Kimia (KI), serta estimator harga.
- Jadi proyek *Water Treatment Plan Design (WTPD) & WWTPD* merupakan pekerjaan multi disiplin, dimana ahli TL bertindak sebagai *leader*-nya.

Tahapan Proyek PBPAM/PBPAB

- Tahapan proyek PBPAM/PBPAB berkaitan dengan 2 hal utama yaitu *planning* dan *design*.
- Terdapat 2 tahap dalam pembuatan design PBPAM/PBPAB, yaitu (Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, 2000):
 1. Feasibility Study (FS)
 - a. Planning □ Master Plan
 - b. Preliminary Design
 2. Design

1. *Feasibility Study (FS)*

- *Feasibility Study* atau studi kelayakan merupakan suatu studi untuk melihat kelayakan suatu proyek (dalam hal ini PBPAM/PBPAB).
- Kelayakan ini dapat ditinjau dari 2 segi, yaitu
 1. Segi teknik
 2. Segi ekonomi (*affordable*)

1. Segi teknik

Dari segi teknik kelayakan bangunan tersebut harus ditinjau, misalnya:

- satuan proses
- atau satuan operasi yang digunakan

2. Segi ekonomi (*affordable*)

Segi ekonomis perlu ditinjau agar supaya beban biaya tidak terlalu besar dan mampu dipikul oleh masyarakat luas.

- Output dari *Feasibility Study* berupa alternatif PBPAM/PBPAB minimal sebanyak 3 buah.
- Setiap alternatif ini kemudian dianalisis baik dari segi teknik, proses, operasional, pemeliharaan dan segi ekonomis.
- Kemudian diambil alternatif terpilih yang merupakan alternatif terbaik dari semua yang ada ditinjau dari segi di atas.

Setiap alternatif harus berbeda dalam hal:

- Proses/teknologi
- Konstruksi
- Space yang digunakan
- Hidrolik, dll

Segi ekonomis ditinjau dari 2 hal, yaitu:

1. Biaya operasional, seperti
 - tenaga manusia,
 - bahan bakar,
 - bahan kimia
2. Biaya pemeliharaan

Hal penting yang harus diperhatikan dalam Feasibility Study adalah criteria perencanaan secara umum yang digunakan, seperti:

- Kapasitas yang harus dibangun
- Persyaratan air minum
- Proses yang digunakan
- Segi ekonomis

Semua itu dicantumkan dalam *Term of Reference (TOR)*.

a. *Planning*

- Tahapan *planning* atau perencanaan merupakan tahapan untuk membuat *master plan* yang berupa rencana jangka panjang minimal 20 tahun.
- Waktu perencanaan diambil minimal selama 20 tahun, dengan pertimbangan:
 - Untuk prediksi 20 tahun kesalahan perencanaan menjadi tidak terlalu besar
 - Ekonomi, dimana jika waktu perencanaan diambil lebih besar dari 20 tahun beban biaya bagi masyarakat akan lebih berat.

- Terdapat 2 hal penting yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan *Master plan* PBPAM/PBPAB yaitu:

1. Kebutuhan

2. Proses

Air baku

air minum

-----□ BPAM ----□

kualitas

kualitas

kuantitas

kuantitas

BPAM

- Pada dasarnya BPAM merupakan bangunan yang dibuat sebagai tempat terjadinya proses untuk memperbaiki kualitas air baku.
- Karena itu fungsi utama BPAM berkaitan dengan tujuan pengolahan yaitu memperbaiki kualitas air baku.

Contoh: Studi kelayakan sumber air (sungai)

- Hal-hal yang harus ditinjau adalah:
 1. Kapasitas meliputi
 - fluktuasi air sungai dan
 - besarnya kapasitas yang akan diambil
 2. Kualitas, yang merupakan jawaban terhadap ancaman berupa
 - polusi alami maupun
 - polusi yang diakibatkan oleh ulah manusia.

- Kualitas air minum yang diinginkan diterapkan dalam ketentuan hukum mengenai persyaratan air minum yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan (cari SKnya).

b. Preliminary Design

- Preliminary design merupakan desain dari alternatif terpilih yang diperoleh dari *feasibility study*.
- *Preliminary design* berbeda dari *detailed design* karena disain yang dilakukan tidak berupa disain rinci melainkan hanya bersifat umum.

Hasil dari FS berupa:

- Laporan *FS* atau *Master plan*
- *Preliminary design*
- Gambar:
 - *flow diagram*,
 - Profil hidrolis,
 - *lay out*,
 - gambar situasi,
 - gambar tampak

2. Detailed Design

- Merupakan perancangan secara detail yang meliputi:
 - Rekayasa
 - Rancang bangun

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan detail desain

1. *Review Preliminary Design*

- PD harus dicek kembali untuk meninjau objek perancangan. Hal-hal yang harus ditinjau kembali misalnya *flow diagram* dan *lay out*, dengan pertimbangan bahwa *FS* yang dibuat sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi sekarang.

2. Membuat *criteria design*

- Kriteria desain perlu ditetapkan seperti *criteria* teknik untuk
 - ⑥ proses yang digunakan serta
 - ⑥ konstruksi dari masing-masing satuan atau unit bangunan.

3.Dimensionering

- Langkah ini merupakan penghitungan ukuran masing-masing unit.

4. Membuat gambar detail

- Gambar detail harus dibuat untuk seluruh sistem seperti untuk:
 - ⑥ flow diagram,
 - ⑥ profil hidrolis,
 - ⑥ gambar tampak,
 - ⑥ gambar arsitektur,
 - ⑥ gambar konstruksi.
- Untuk setiap bangunan harus dibuatkan:
 - ⑥ denah,
 - ⑥ potongan dan
 - ⑥ detail bagian penting.

5. Perhitungan biaya

- Biaya pembuatan BPAM harus dihitung secara rinci.

6. Membuat tender dokumen

- Tender dokumen yang harus dibuat meliputi:
 - ⑥ Spesifikasi teknik beserta persyaratan-persyaratan teknik yang diperlukan
 - ⑥ Rencana Anggaran Biaya (RAB)
 - ⑥ Gambar-gambar
 - ⑥ Volume pekerjaan

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Langkah-langkah PBPAM/PBPAB

Week 1.3

Langkah-langkah PBPAM/PBPAB

- Dilakukan ketika membuat FS
- Output FS:
 - Minimal 3 alternatif BPAM/BPAB
 - Pemilihan alternatif

1. Menganalisa kualitas air baku/buangan

- Kualitas air baku/buangan diukur di lab.
- Dibandingkan terhadap standar yg berlaku:
 1. Air baku untuk air minum □ cari standarnya
 2. Air buangan domestik □ cari standarnya

- Air baku --□ BPAM -□ air minum
- Proses pengolahan ini bertujuan untuk menurunkan kandungan:
 - fisis,
 - kimia
 - bakteri
- sehingga terjadi perbaikan kualitas.

Kadar air

- Kadar ataupun jenis kandungan ini tergantung dari sumber air bakunya, apakah dari:
 - ❑ Mata air
 - ❑ Air tanah, atau
 - ❑ Air permukaan

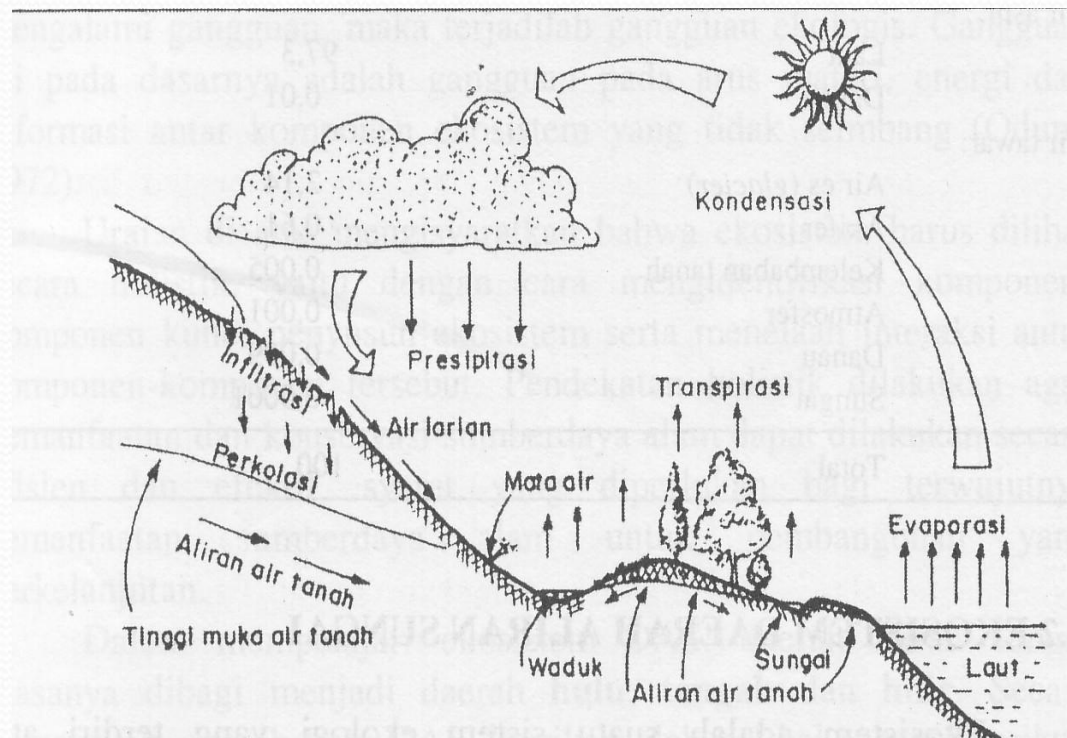
Kadar air

- Kandungan yang terdapat pada air dari
 - ❑ Mata air, biasanya berupa bakteri
 - ❑ Air tanah, biasanya berupa unsur-unsur kimia, seperti Fe, Mn, DO, alkalinity
 - ❑ Air permukaan, umumnya berupa unsur fisis

- Jika ada unsur kimia dalam air permukaan, berarti telah terjadi pencemaran pada air permukaan tersebut, atau air tersebut sebelumnya telah melewati tanah dengan kandungan kimia yang tinggi.

Siklus hidrologi

- Gambar 1 Siklus hidrologi (Al-Layla, 1980)



Jadi pengolahan yang dilakukan untuk air permukaan seperti itu adalah:

- menurunkan kandungan fisis:
 - *clay* (tanah):
 - *suspended solid (SS)*
 - *coloidal matters*
- menghilangkan kandungan bakteri - □ desinfeksi dari aliran permukaan.

- Adapula tujuan pengolahan lain, yaitu dari segi estetika.
- Biasanya hal ini terjadi pada hotel ataupun air industri seperti *laundry*, tekstil.
- Unsur yang dihilangkan biasanya Fe dan Mn, karena unsur-unsur ini menyebabkan:
 - air menjadi berwarna kuning kecoklatan
 - serta menyebabkan baju yang dicuci dengan air tersebut berwarna kuning kecoklatan.
- Syarat kandungan Fe dan Mn dalam air adalah sebesar 0,3 mg/l.

2. Mengidentifikasi impurities

- Colloidal matters: $10e^{-4}$ cm – $10e^{-7}$ cm (1U)
- Mengidentifikasi apakah impurities tersebut berupa unsur yang:
 - 1) Terbawa aliran (kasar)
 - 2) Terbawa aliran (tersuspensi /partikel)
 - 3) Koloidal
 - 4) Terlarut
 - 5) Gas

impurities

- Hal utama yang penting diketahui berkaitan dengan pengolahan air adalah *factor impurities*. Lihat Al-Layla.
- Untuk mengolah air kita perlu mengetahui sumber air baku tersebut serta melihat *impurities* alaminya.

Impurities

- *Impurities* adalah kandungan alami yang terdapat pada suatu air baku yang biasanya tergantung dari sumber air tersebut.
- Misalnya, jika akan mengolah air permukaan, maka unsur yang harus diperiksa adalah:
 - *Clay (SS dan coloidal matters)*
 - Bakteri

- Jadi jangan dilakukan pemeriksaan untuk semua unsur.
- Kecuali, jika ada masukan dari industri, harus dicek dari hulu ke hilir:
 - industri apa saja yang membuang limbahnya ke air permukaan tersebut
 - dan diteliti unsur apa saja yang terdapat dalam limbah air industri tersebut.
- Hal ini dapat diperkirakan dari bahan baku industri tersebut (bahan kimia) ataupun bahan pembantu.

Process Selection Chart by Impurities Size

Table 2-10 Process Selection Chart by Impurity Size

| Diameter | Classification | State | Separation | Growth | Inactivation |
|--------------------|------------------------|---|--|---------------|----------------|
| 1 Å 10^{-8} cm | d. Soluble matter | molecule, ion of low molecular weight | ion exchange gas transfer dialysis adsorption | precipitation | neutralization |
| 1 m 10^{-7} cm | | organic color poly. inorganic ion, organics (protein etc.) | | | |
| 10^{-6} cm | c. Colloidal matter | | | | |
| 10^{-5} cm | | clay, bacteria include organics | | coagulation | disinfection |
| 1 10^{-4} cm | b. Suspended matter | algae silt protozoa | stratn filtration | | |
| 10^{-3} cm | | | | | |
| 10^{-2} cm | | | | | flocculation |
| 1 mm. 10^{-1} cm | a. coarse particle | | sedimentation | | |
| 1 cm 10^0 cm | | | screening | | |

2-17

Summary of the Important Chemical & Biological Impurities Found in Water

TABLE 2.1

Summary of the Important Chemical and Biological Impurities Found in Water

TABLE 2.1 (Cont.)

| ORIGIN | IMPURITY | | IMPURITY | | |
|--|---|--|---|---|--|
| | Ionic and Dissolved | | Colloidal | Suspended | Gases |
| | Positive ions | Negative ions | | | |
| Contact of water with minerals, soils, and rocks | Calcium (Ca ⁺⁺) Iron (Fe ⁺²) Magnesium (Mg ⁺²) Manganese (Mn ⁺²) Potassium (K ⁺) Sodium (Na ⁺) Zinc (Zn ⁺²) | Bicarbonate (HCO ₃ ⁻) Carbonate (CO ₃ ⁻²) Chloride (Cl ⁻) Fluoride (F ⁻) Nitrate (NO ₃ ⁻) Phosphate (PO ₄ ⁻³) Hydroxide (OH ⁻) Borates (H ₂ BO ₃ ⁻) Silicates (H ₄ SiO ₄) Sulfate (SO ₄ ⁻²) | Clay Silica (SiO ₂) Ferric oxide (Fe ₂ O ₃) Aluminum oxide (Al ₂ O ₃) Magnesium dioxide (MnO ₂) | Clay, silt, sand, and other inorganic soils | Carbon dioxide (CO ₂) |
| The atmosphere, in rain | Hydrogen (H ⁺) | Bicarbonate (HCO ₃ ⁻) Chloride (Cl ⁻) Sulfate (SO ₄ ⁻²) | | Dust, pollen | Carbon dioxide (CO ₂) Nitrogen (N ₂) Oxygen (O ₂) Sulfur dioxide (SO ₂) |
| Decomposition of organic matter in the environment | Ammonium (NH ₄ ⁺) Hydrogen (H ⁺) Sodium (Na ⁺) | Chloride (Cl ⁻) Bicarbonate (HCO ₃ ⁻) Hydroxide (OH ⁻) Nitrite (NO ₂ ⁻) Nitrate (NO ₃ ⁻) Sulfide (HS ⁻) Organic radicals | Vegetable coloring matter, organic wastes | Organic soil (topsoil), organic wastes | Ammonia (NH ₃) Carbon dioxide (CO ₂) Hydrogen sulfide (H ₂ S) Hydrogen (H ₂) Methane (CH ₄) Nitrogen (N ₂) Oxygen (O ₂) |
| Living organisms in the environment | | | Bacteria, algae, viruses, etc. | Algae, diatoms, minute animals, fish, etc. | Ammonia (NH ₃) Carbon dioxide (CO ₂) Methane (CH ₄) |
| Municipal, industrial, and agricultural sources and other human activity | Inorganic ions, including a variety of heavy metals | Inorganic ions, organic molecules, color | Inorganic and organic solids, coloring matter, chlorinated organic compounds, bacteria, worms, viruses | Clay, silt, grit, and other inorganic solids; organic compounds; silt, corrosion products, etc. | Chlorine (Cl ₂) Sulfur dioxide (SO ₂) |

Source: Adapted in part from Robb, [2.1] and [2.7]

- Screening dilakukan untuk pemisahan partikel kasar.
- Straining filtration: kawat kasa halus
- Algae tidak boleh masuk dalam filter karena menyebabkan filter berada dalam keadaan anaerob.
- Precipitation (ki) □ coagulation - □ flokulasi - □ sedimentasi - □ screening
- Coagulasi dilakukan dengan penambahan koagulan berupa $Al_2(SO_4)_3$

3. Mengidentifikasi unsur kimia

- Mengidentifikasi unsure kimia apakah unsur kimia tersebut termasuk unsur yang:
 - 1) Terbawa aliran (kasar)
 - 2) Terbawa aliran tersuspensi (partikel)
 - 3) Koloidal
 - 4) Terlarut
 - 5) Gas
- Selain itu konsentrasi masing-masing unsur tersebut juga perlu diketahui.

4. Menentukan teknologi pengolahan yang akan diterapkan

- Tabel 2-11 memperlihatkan teknologi pengolahan apa saja yang bisa diterapkan dalam pengolahan air minum.
- Contoh: untuk air baku dengan
- kadar turbidity > 200 , maka teknologi pengolahannya adalah plain sedimentation:E
- kesadahan - □ coagulation dan sedimentasi
- besi dan mangan - □ rapid Sand Filter (RSF) jika pengolahannya dalam bentuk filtrasi.
- P= post chlorinasi

Application of Treatment Methods

3

4 of 2

Table 2-11 Application of Treatment Methods *

| Water Quality | | Pretreatment | | | Treatment | | | | Special Treatment | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------|-----------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|
| Constituents | Concentration | Screening | Prechlorination | Plain Settling | Aeration | Line Softening | Coagulation and Sedimentation | Rapid Sand Filtration | Slow Sand Filtration | Post chlorination | Superchlorination or Chloramination | Active Carbon | Special Chemical Treatment | Salt Water Conversion |
| Coliform MPN per 100 ml (monthly average) | 0-20 2-100 100-5,000 >5,000 | | | | | | | | | | | | | |
| Turbidity-units | 0-100 10-200 >200 | | E | | | | | | | | | | | |
| Color-mg/l | 20-70 >70 | O | | O | | | | | | | | | | |
| Tastes and odors noticeable | | | | | | | | | | | | | | |
| Calcium carbonate-mg/l | 200 | | | | O | | | | | | | | | |
| Iron and manganese-mg/l | 0.3 0.3-1.0 1.0 | | | | | E | | | | | | | | |
| Chloride-mg/l | 0-250 250-500 500+ | | E | | | | | | | | | | | |
| Phenolic compounds-mg/l | 0-0.005 0.005 | | | | | | | | | | | | | |
| Toxic chemicals* Less critical chemicals | 0.005 0.005 | | | | | | | | | | | | | |

* E- essential, O- optional, S- special justification required.
 Superchlorination shall be followed by dechlorination.

As alternate, dilute with low-chloride water.
 Plain settling shall be provided for coliform exceeding 20,000 m.p.n.
 For extreme muddy water, pre-sedimentation by plain settling may be provided.

- Superchlorination followed by dechlorination
- Perbedaan RSF dengan Slow sand Filter (SSF): Baca Fair & geyer
 - ⑥ Pasir > SSF
 - ⑥ Kecepatan tinggi
 - ⑥ Porositas >

- Hasil dari SSF sama dengan RSF yaitu turbidity sama dengan 0.
- RSF digunakan untuk kecepatan yang lebih besar karena unsur tersebut sudah dihilangkan sebanyak 80% sebelumnya (melalui sedimentasi) karena itu cukup dengan kecepatan yang besar untuk menghilangkan yang 20% lagi.

- Plain sedimentation basin - □ SSF Baca Fair & geyer
 - ⑥ Material masih bervariasi
 - ⑥ Investasi mahal

5. Menyusun dalam bentuk flow diagram dan profil hidrolis

- Screening dilakukan untuk coarse matters dengan tujuan supaya materi kasar ini tidak merusak pompa, karena pompa harganya mahal.
- Grit chamber digunakan untuk mengendapkan pasir yang berupa dissolved matter/dilute.
- Waktu detensi (td) yang digunakan = 30-60 detik

Flow Chart of Water Purification System

A flow sheet of purification system

Impurity

Large suspended matter

Sand and silt

Dissolved matter (dilute)

Dissolved inorganic matter

Colloidal matter

Coarse suspension (high concentration)

Coarse suspension (low concentration)

Dissolved matter (dilute)
Organics

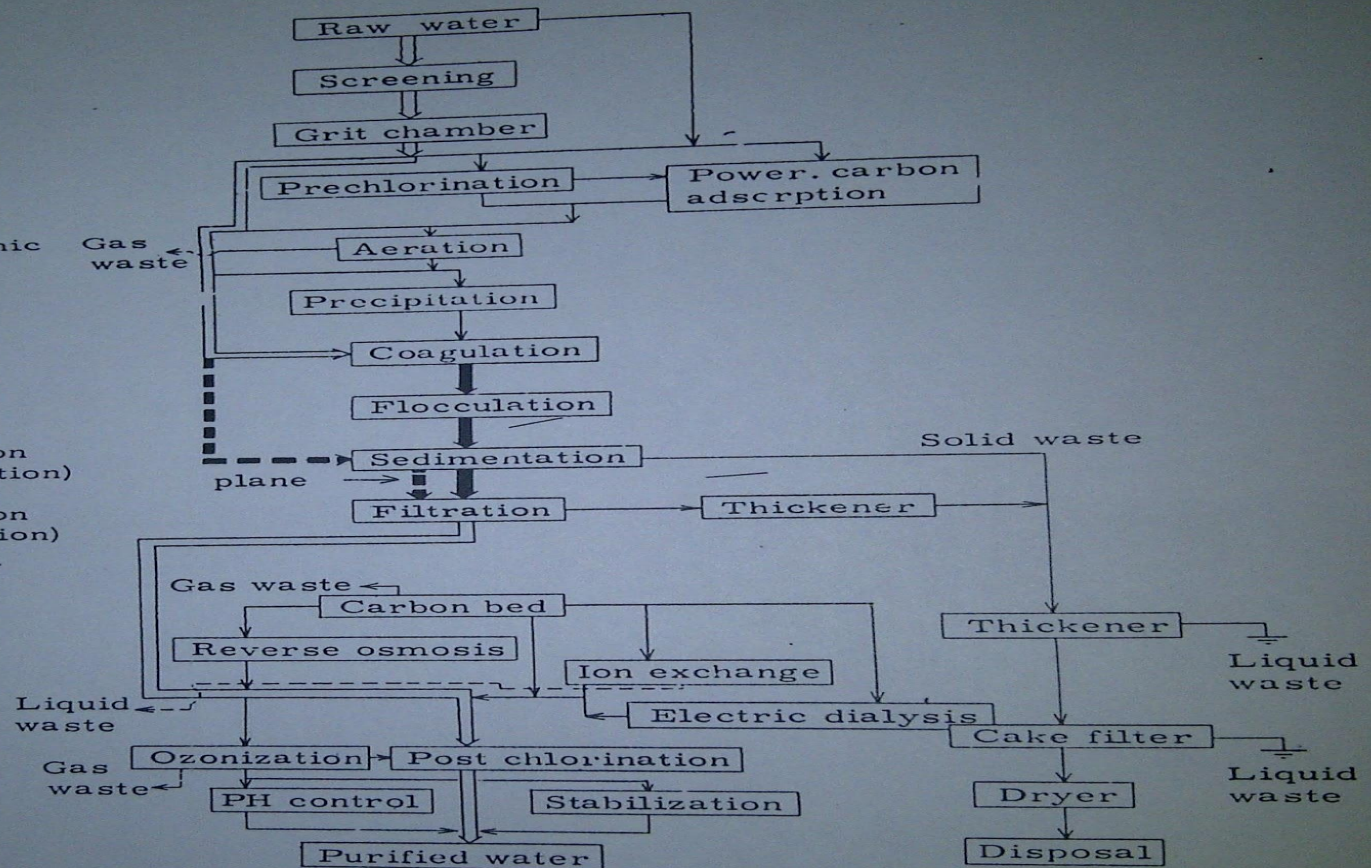
Inorganics

Micro-biology

Conditioning

Flow of water

Flow of solid



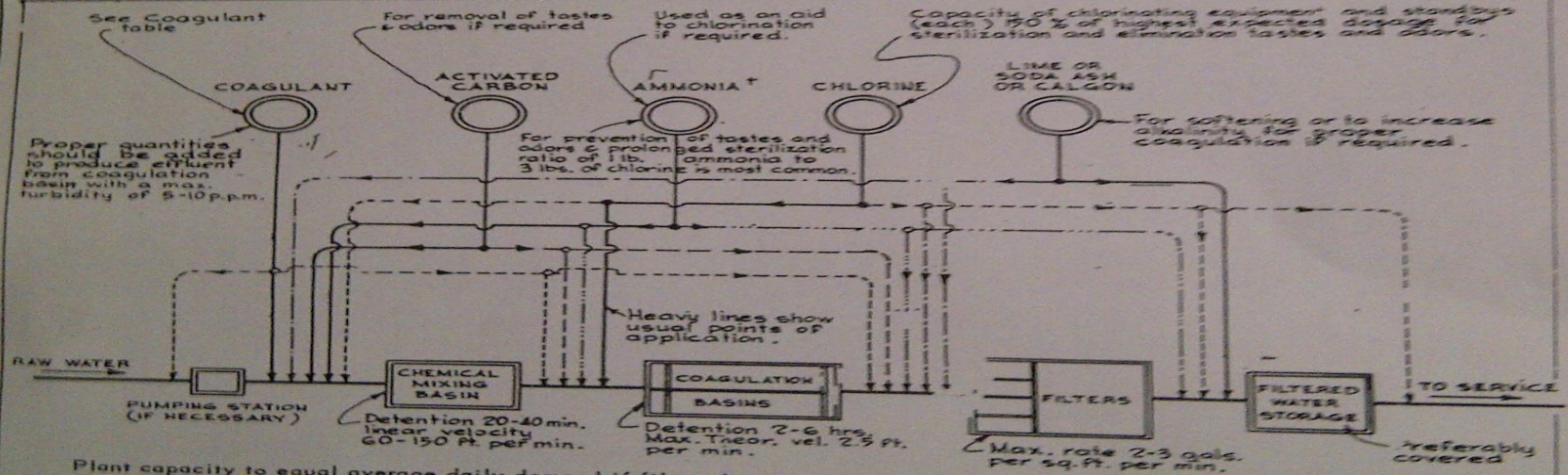
- Ordinarily system flow
- Rapid sand filtration system
- - -> Slow and filtration system

Flow Chart of Rapid Sand Filter

WATER PURIFICATION - RAPID SAND FILTERS - I

TABLE A - CHARACTERISTICS OF RAPID-SAND FILTERS

| | |
|-----------------------|--|
| Adaptability | Satisfactory means of eliminating turbidity, bacteria, micro-organisms, and, to some extent tastes, odors, and color. |
| Capacity | Normal rate 2 g.p.m. per sq. ft., except in some cases may be extended to 3 g.p.m. per sq. ft. <i>0.5-0.8</i> |
| Flexibility | Rate of filtration may be varied with demand. |
| Turbidity Limitations | Effective in treatment of highly polluted waters as well as those subject to extreme variations in turbidity and pollution. |
| Bed Layout | Minimum of two units should be provided, but three are preferable. Sizes vary from fraction of to multiple of 1 million gallons per day. Maximum size constructed 5 M.G.D. Filters generally constructed rectangular, of concrete. |
| Underdrain System | Older type consists of a grid of manifolds, headers, and laterals. Newer types consist of false bottom with pyramidal openings (Wheeler), vitrified clay (Leopold) and system of aluminum oxide porous plates (Aloxite) by Carborundum Co. |
| Wash-Water Troughs | Constructed of steel, cast iron, concrete, Transite, prestressed plastic and Fiberglass, and aluminum. Troughs spaced generally 5 to 7 ft. between weir edges. |
| Wash Water | Recommended rate of rise = 2 to 3 f.p.m. |
| Surface Wash | Fixed nozzles or rotating type recommended. Water pressure 45 to 75 p.s.i. at 4 to 8 g.p.m. per sq. ft. |



Plant capacity to equal average daily demand if filtered water storage is large and provides for maximum demand. If filtered water storage is small, plant capacity to be 150 to 225% of average daily demand.

FIG. B - FLOW DIAGRAM FOR MODERN RAPID SAND FILTER PLANT*

* NOTE: Ammonia is used very infrequently.
 * Adapted from Manual of Water Quality and Treatment, by American Water Works Association, 1941.

Flow Chart of RSF System

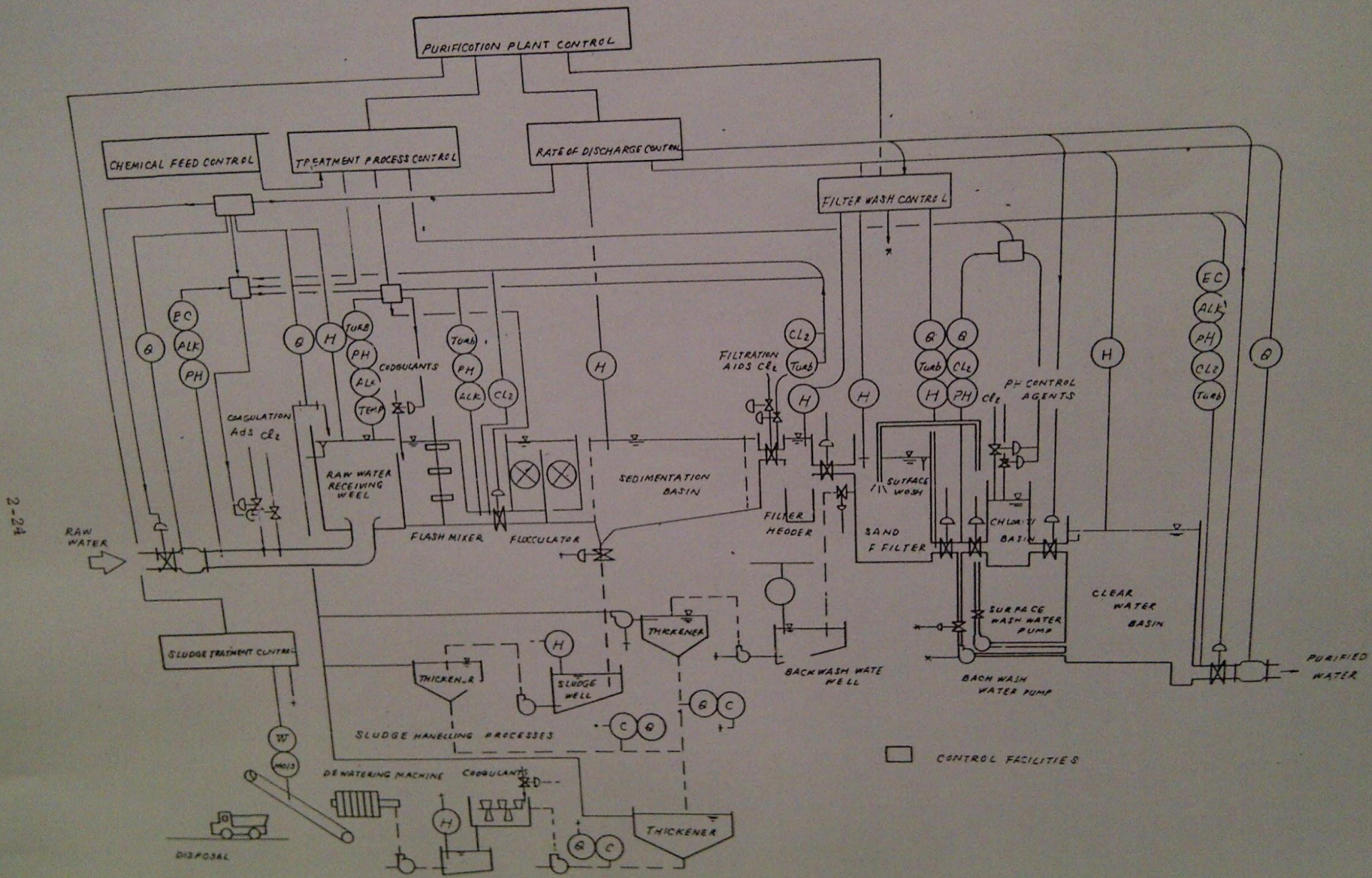


Fig. 2-7 A Flow Diagram of A Rapid Sand Filtration System

- Untuk plain sedimentation yang digunakan untuk mengendapkan clay, $t_d = 4-8$ jam (luar negeri). Untuk Indonesia, $t_d = 2-3$ jam karena suspended matternya lebih besar, sehingga kecepatan mengendap (V_s) lebih besar dan t_d lebih kecil.
- Text book dari Negara Barat, biasanya turbiditinya rendah, sehingga tidak ada plain sedimentation seperti di Indonesia.

- Jika kadar Fe tinggi, gunakan aeration □ precipitation- □ koagulasi dan seterusnya.
- Gunakan carbon adsorption jika bahan baku mengandung bahan organik. Hal ini dilakukan untuk mencegah terbentuknya mono, di, trichlorination karena akan membentuk Tri Halo Methane (THM), jika kemudian dilakukan post chlorination.
- Cara lain untuk mencegah terbentuknya THM adalah dengan ozonisasi karena tidak dioksidasi dengan chlor.

- Jika tidak ada suspended matter, dari screening langsung ke reverse osmosis, contohnya untuk pengolahan air laut.
- Solid waste dalam air minum harus 0.
- Plain sedimentation bisa diletakkan di lokasi sumber dengan tujuan supaya mudah membuang Lumpur ke alirannya.



- Beberapa koagulan yang bisa digunakan:

- ⑥ Al

- ⑥ Al dan kapur. Fungsi kapur disini adalah untuk menetralkan air.

- ⑥ PAC dan Al

- ⑥ PAC dan kapur

6. Menyusun lay out plan

- Dalam lay out ini disusun tata letak atau penempatan unit bangunan.
- Clear well, td min=30 menit, dengan tujuan untuk memberi waktu untuk terjadinya desinfeksi.
- Unit-unit perlu dibuat lebih banyak daripada 1 buah, dengan tujuan:
 - Sebagai stand by unit
 - Sebagai tahapan desain

Plan of RSF Plant

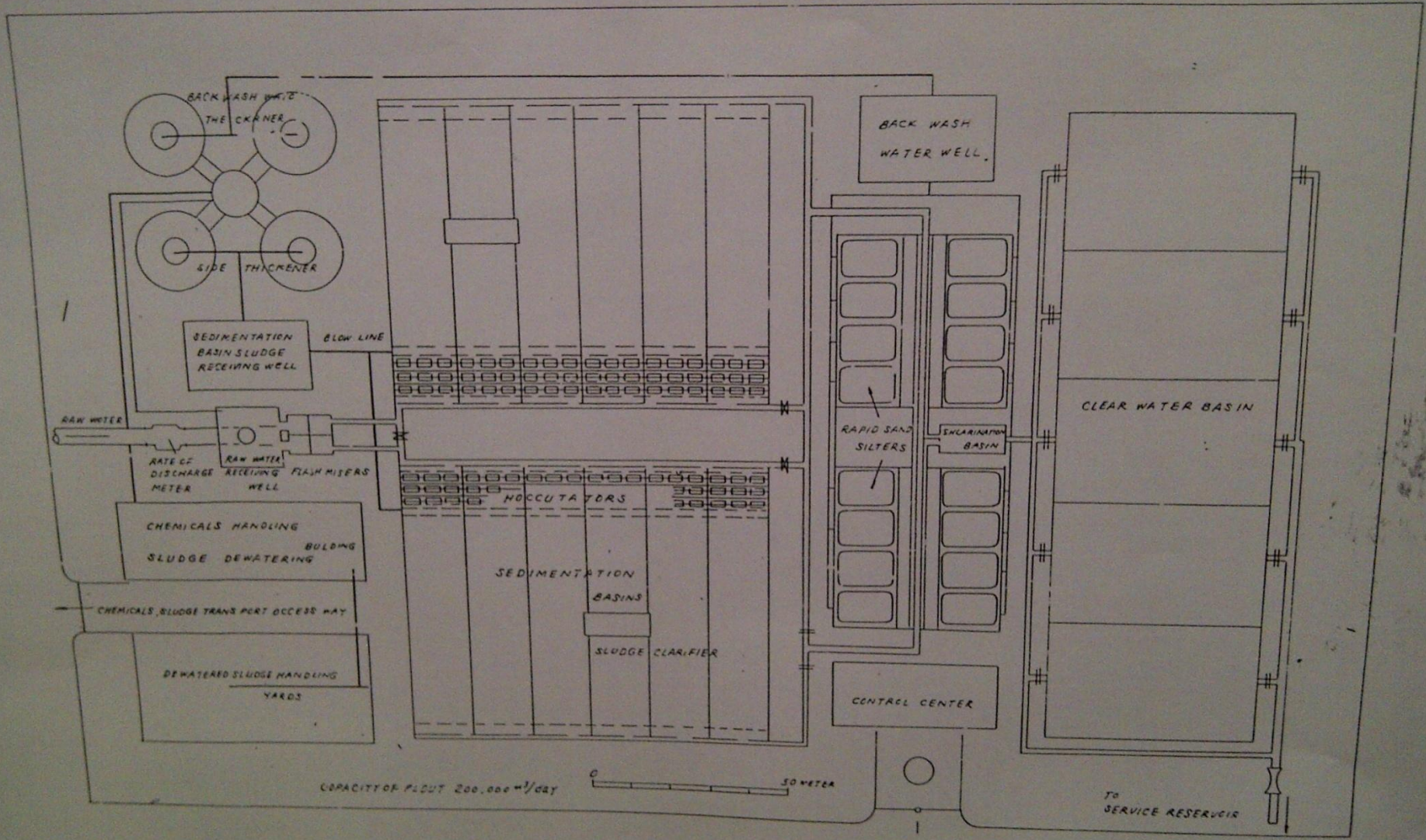


Fig. 2-8 Plan of A Rapid Sand Filtration Plant

- Cakupan BPAM adalah mulai dari water intake sampai dengan keluar dari clear well.
- Untuk bisa mendisain BPAM perlu didasari oleh pengetahuan akan:
 - Satuan operasi
 - Pada satuan operasi ini yang berperan adalah proses fisis
 - Satuan proses
 - Proses kimia lebih berperan dalam satuan proses.
- BPAM lebih menitikberatkan pada proses fisis. Misalnya thickener dimana proses yang terjadi adalah pemadatan secara zone.

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

GAMBARAN UMUM PBPAM

Bentuk Materi yg diolah

1. ! Ss (suspended)
2. ! koloid -□ Ss ! (harus diubah bentuknya dari bentuk koloid menjadi tersuspensi)
3. ! terlarut □ Ss !
 - ketiga unsur ini biasanya terdapat dalam clay (tanah)
 - Konsentrasi tetap harus diperhatikan.

- Screening - □ grit chamber - □ prasedimentasi
-- □ ! $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
- Screening : untuk memisahkan benda-benda padat/kasar
- Grit chamber : untuk memisahkan pasir, yang merupakan suspended matter yang biasanya terdapat dalam air baku.
- Screening dan grit chamber diletakkan dalam water intake.

- Prasedimentasi: untuk memisahkan suspended solid.
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$: tidak bereaksi dengan koloid tetapi memberi muatan sehingga koloid yang tolak menolak menjadi satu. Bertaut menjadi satu partikel yang besar atau flok.

Screening

- Tujuan untuk menghilangkan
 - materi-materi kasar (*coarse material*) : plastik, daun-daunan, kertas, kayu dan lain-lain,
 - materi-materi halus (*fine material*) : benang fiber, serta zat padat tersuspensi.
- Materi-materi tersebut umumnya dipisahkan dengan melewatkan air baku melalui *bar screen*

PENYARINGAN KASAR (SCREENING)

Tujuan : untuk menyisahkan material kasar

Ukuran material kasar

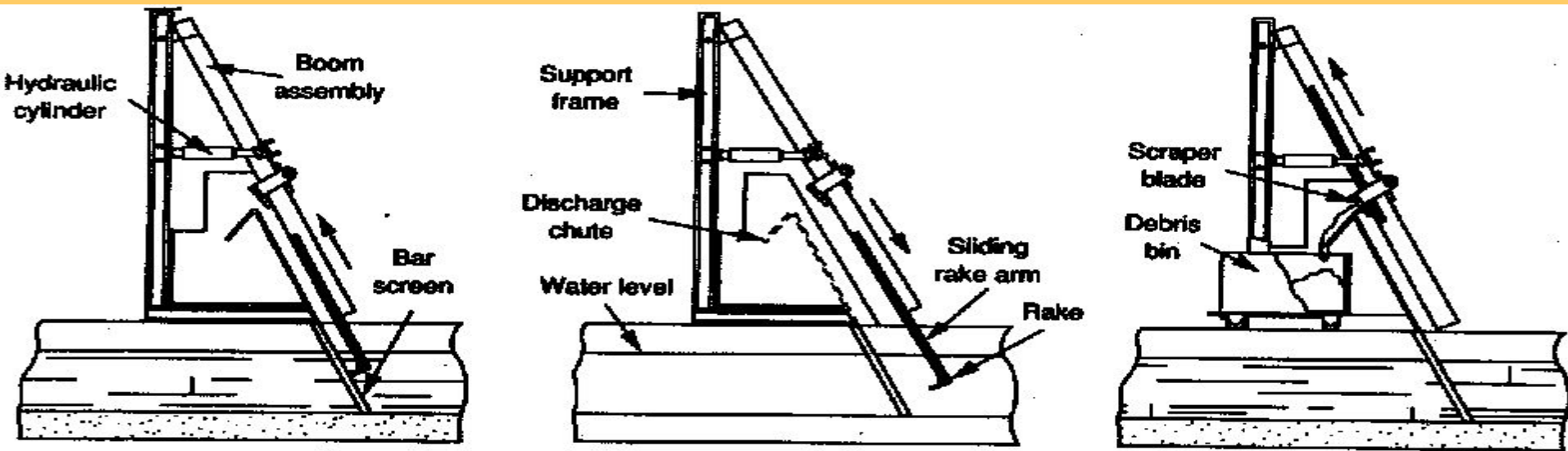


Kisaran ukuran bukaan

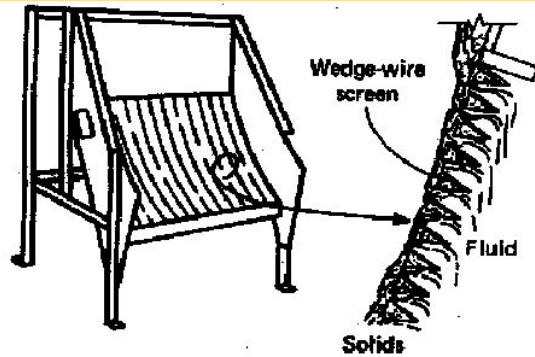


Tipe dan material Screen

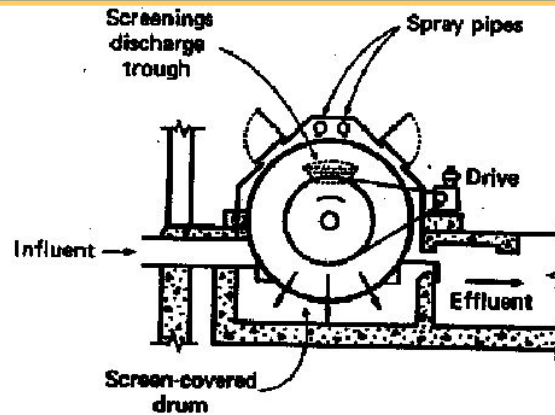
Gambar: *Bar Screen*



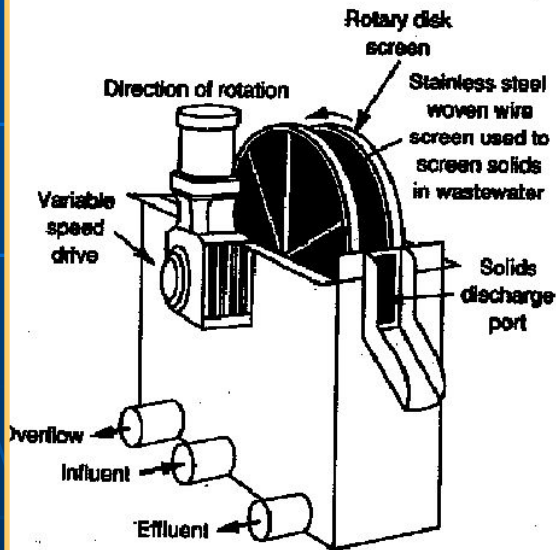
Gambar Tipe-tipe Screen



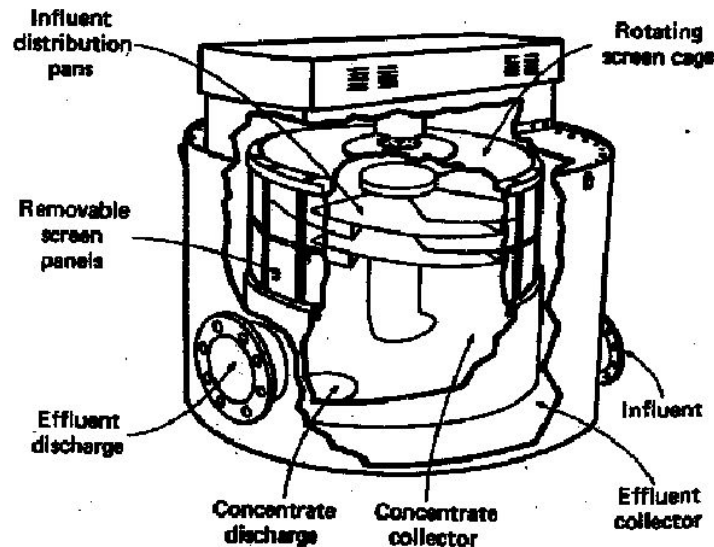
Inclined Fixed Screen



Rotary Drum Screen



Rotary Disc Screen



Centrifugal Screen

Grit Removal

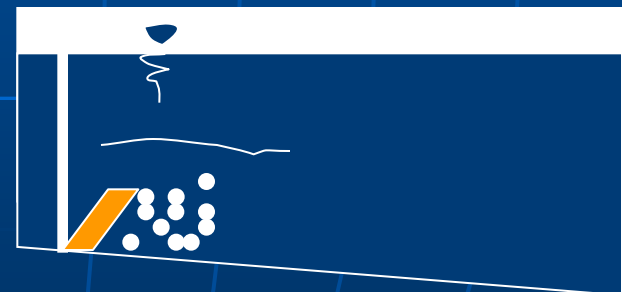
- untuk menghilangkan pasir / padatan
- Pasir diendapkan dan dibuang dengan cara mengalirkan air baku dengan kecepatan sekitar 0,4 m/det di dalam suatu *grit chamber*
- Removal BOD \sim 60 %

GRIT CHAMBER

Tujuan : untuk menyisahkan pasir (grit & sand)



$T_d : (10 \sim 15)'$
 $V_w : 0.3 \text{ m/s}$



Scraper

Grit Chamber

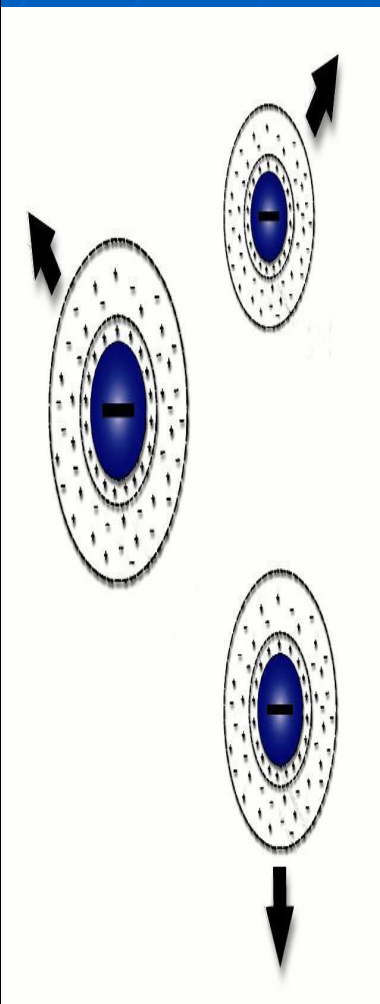


RSD0

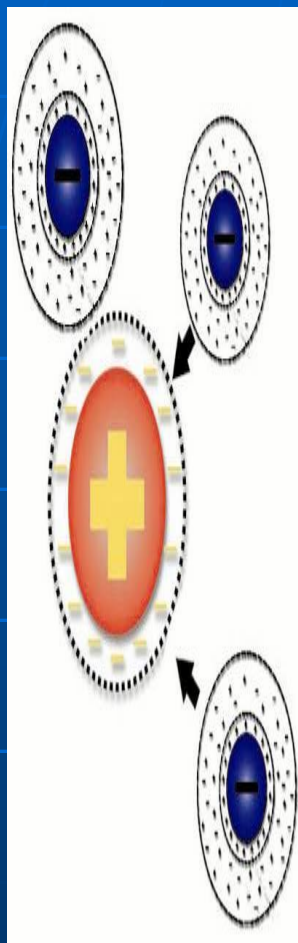
Koloid/flok?

- Koloid ukurannya dalam U, yang artinya tidak bisa dilihat dengan mata satu persatu.
- Sementara flok merupakan bentuk yang *visible* atau terlihat oleh mata.
- Dari prasedimentasi, kemudian ke *Flash mix* (koagulasi)

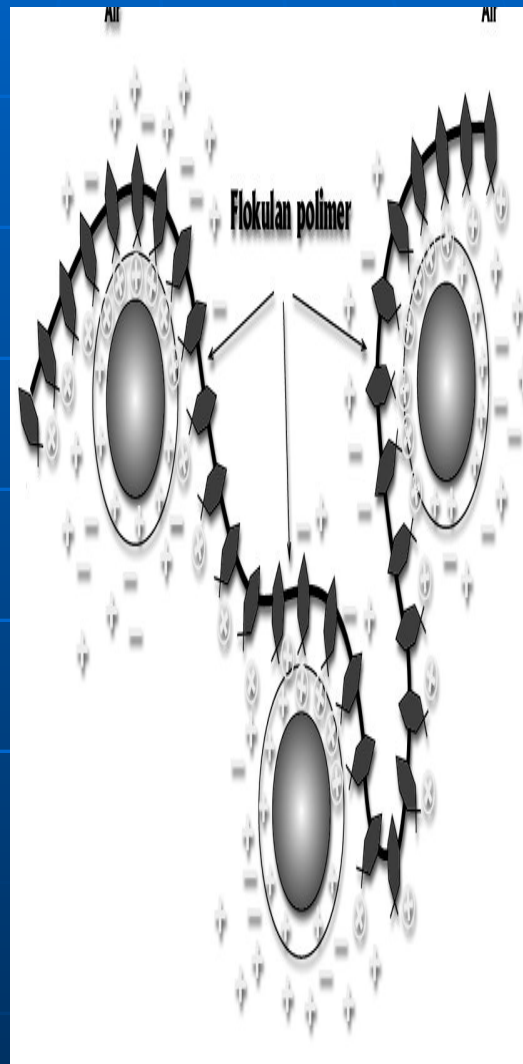
KOAGULASI & FLOKULASI



Colloidal

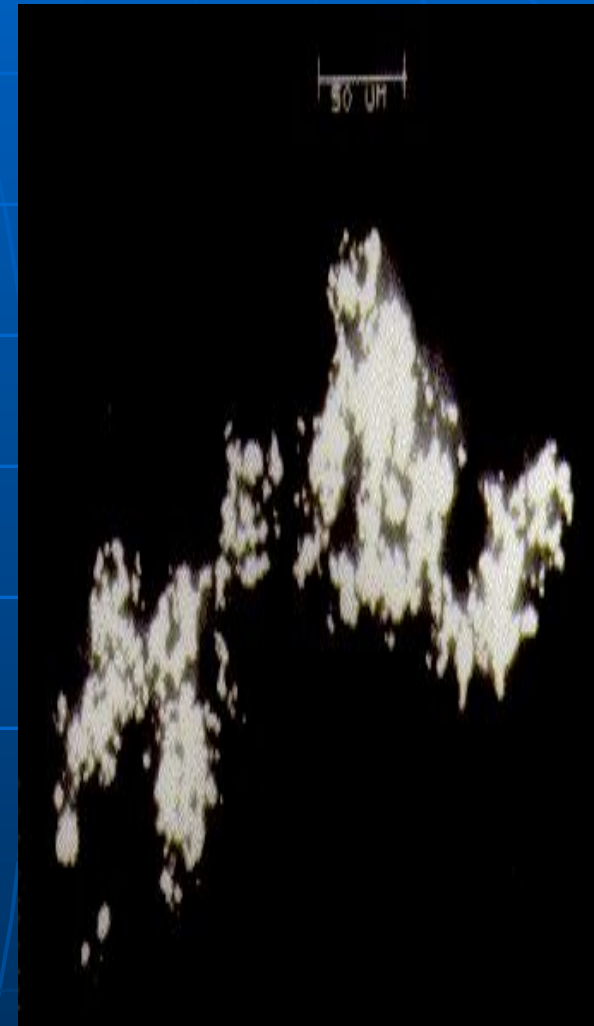


Coagulation Reaction



Flocculation Reaction

RSD08



Contoh flok

Flash mix

- Merupakan pengadukan cepat
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ akan homogen dalam larutan.
- Partikel koloid siap untuk membentuk flok, yaitu partikel-partikel yang terbagi muatannya dengan baik, sehingga muatan positif dan negatifnya berimbang.

Dosis optimum

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ harus dibubuhkan dalam dosis yang optimum, yang merupakan dosis yang menguntungkan yang membuat muatan positif dan negatif berimbang, sehingga bisa bertemu, dimana pertemuan ini terjadi dalam tahap flokulasi.

Slow mix (flokulasi)

Pengadukan makin lambat, sehingga:

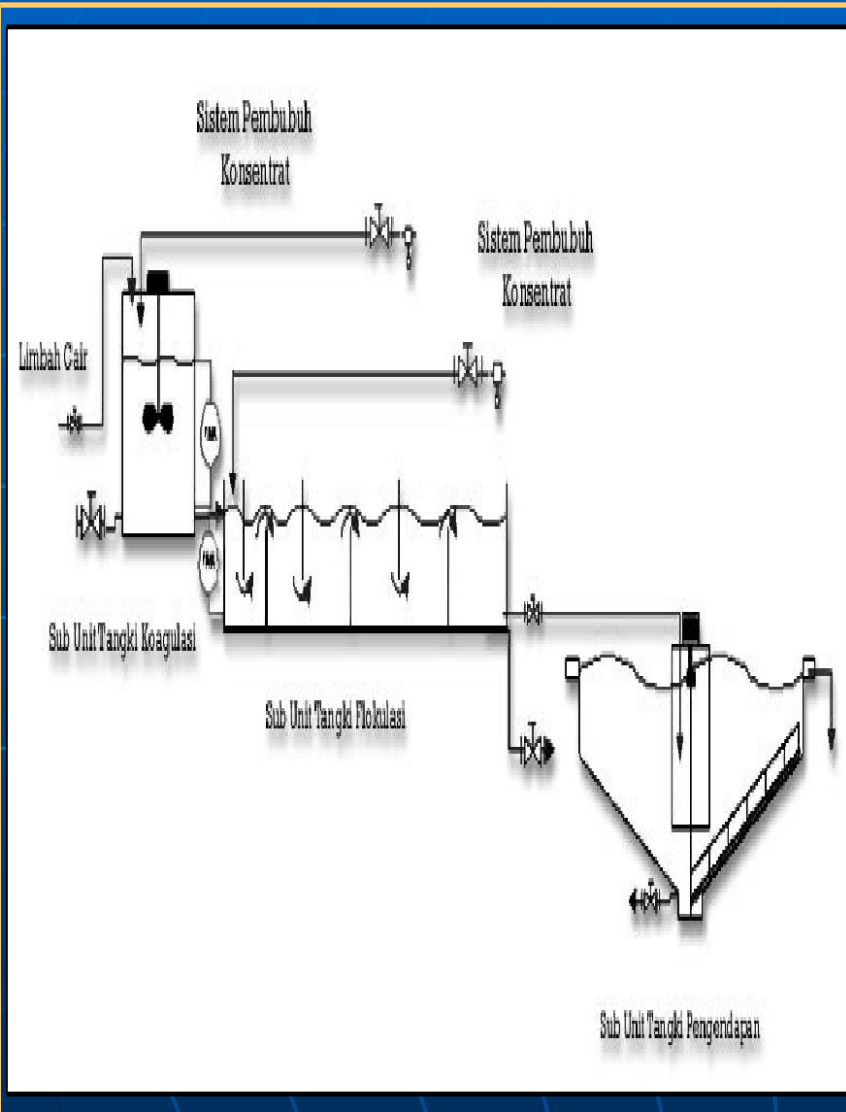
- flok yang terbentuk makin kuat
- Kecepatan mengendap makin besar
- Flok makin berat

Terbentuk atau tidaknya flok tergantung dari (Rich, 1963) :

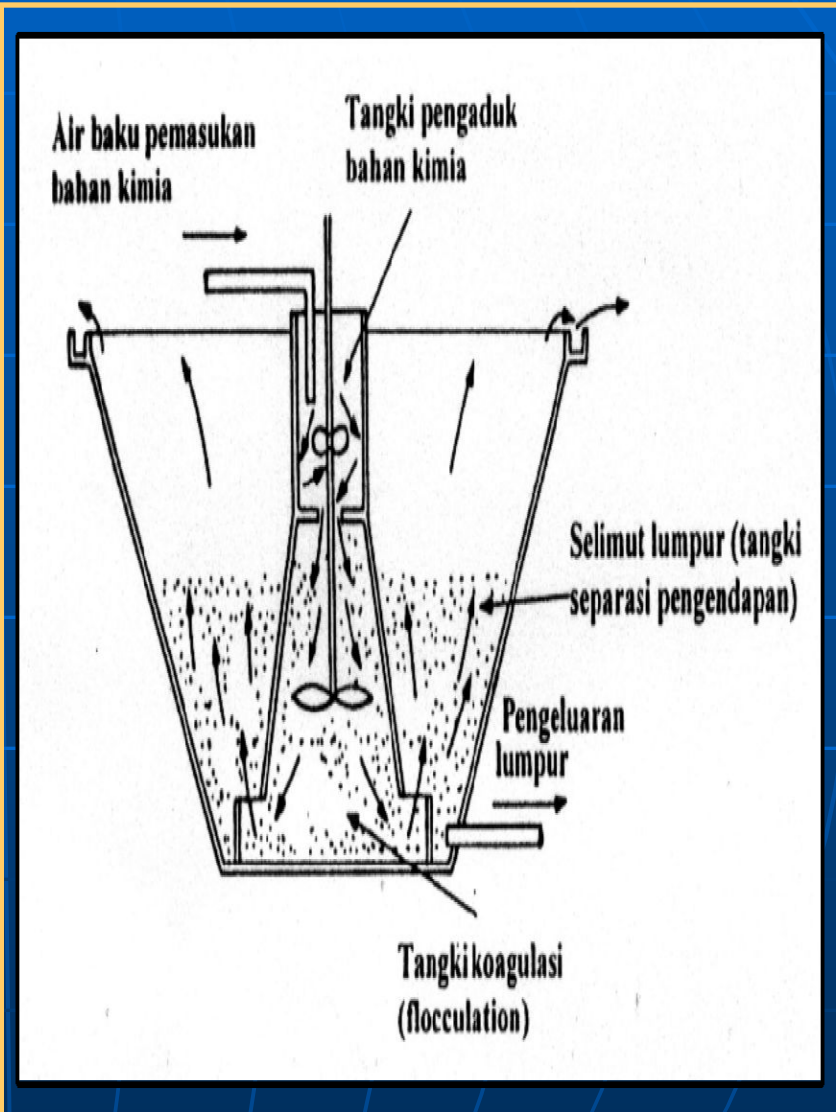
- Dosis Alum
 - Jika dosis terlalu kecil, maka muatan posistif terlalu sedikit
 - Jika dosis terlalu besar, maka muatan posistif terlalu banyak,
 - Sehingga terjadi tolak menolak
- Pengadukan yang dilakukan cepat atau lambat

- Jadi dosis yang dicari, sehingga dalam proses selanjutnya akan terjadi air yang *clarified* yang terdiri dari air jernih dan flok.
- Untuk air baku yang memenuhi standar air baku, maka bahan terlarut tidak akan ada, yang ada adalah *suspended solids* (Ss) dan koloid dalam bentuk *clay*.

Unit Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi

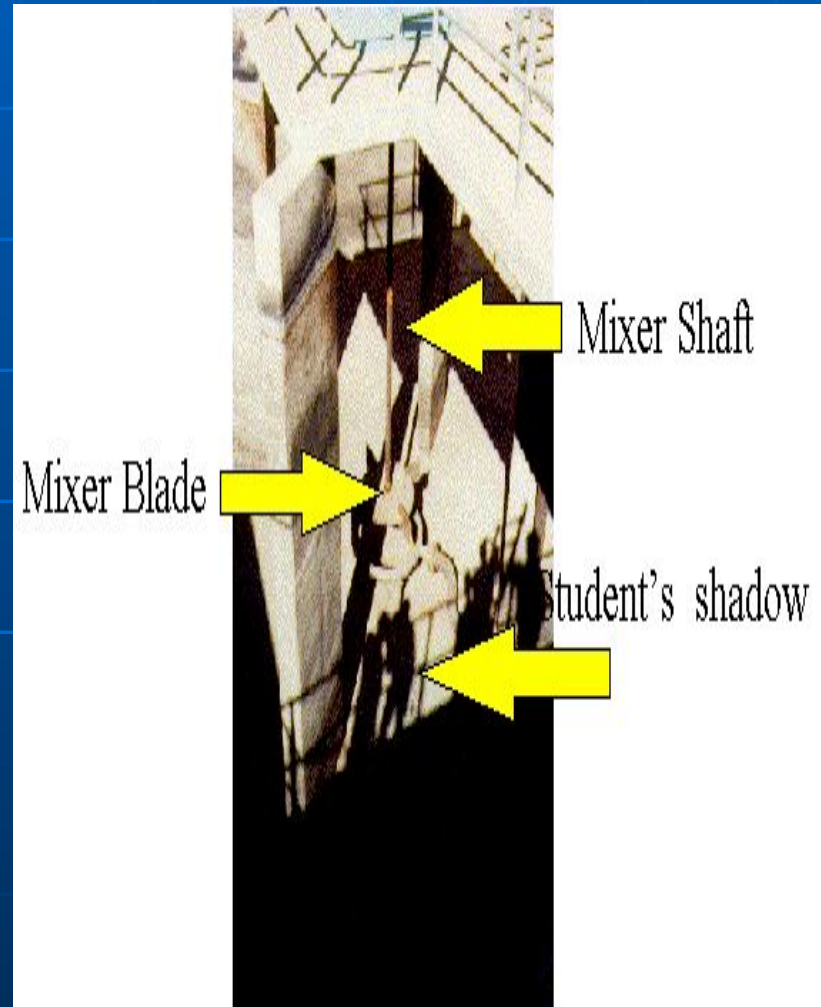
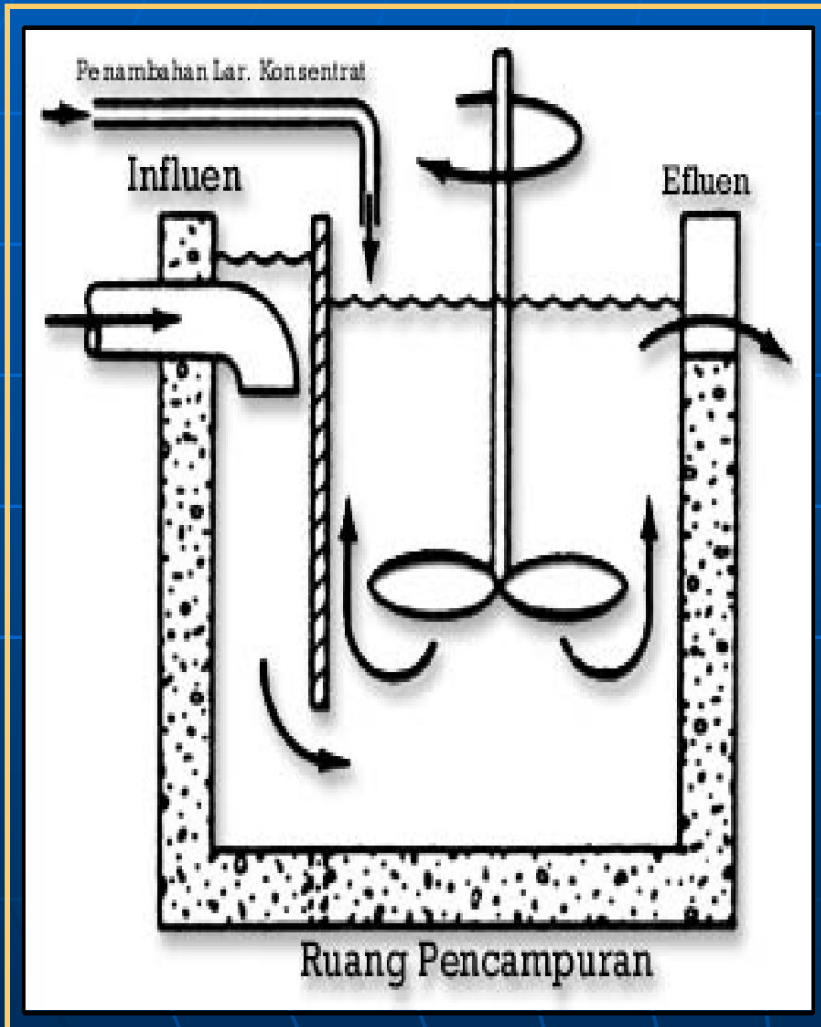


Unit Terpisah



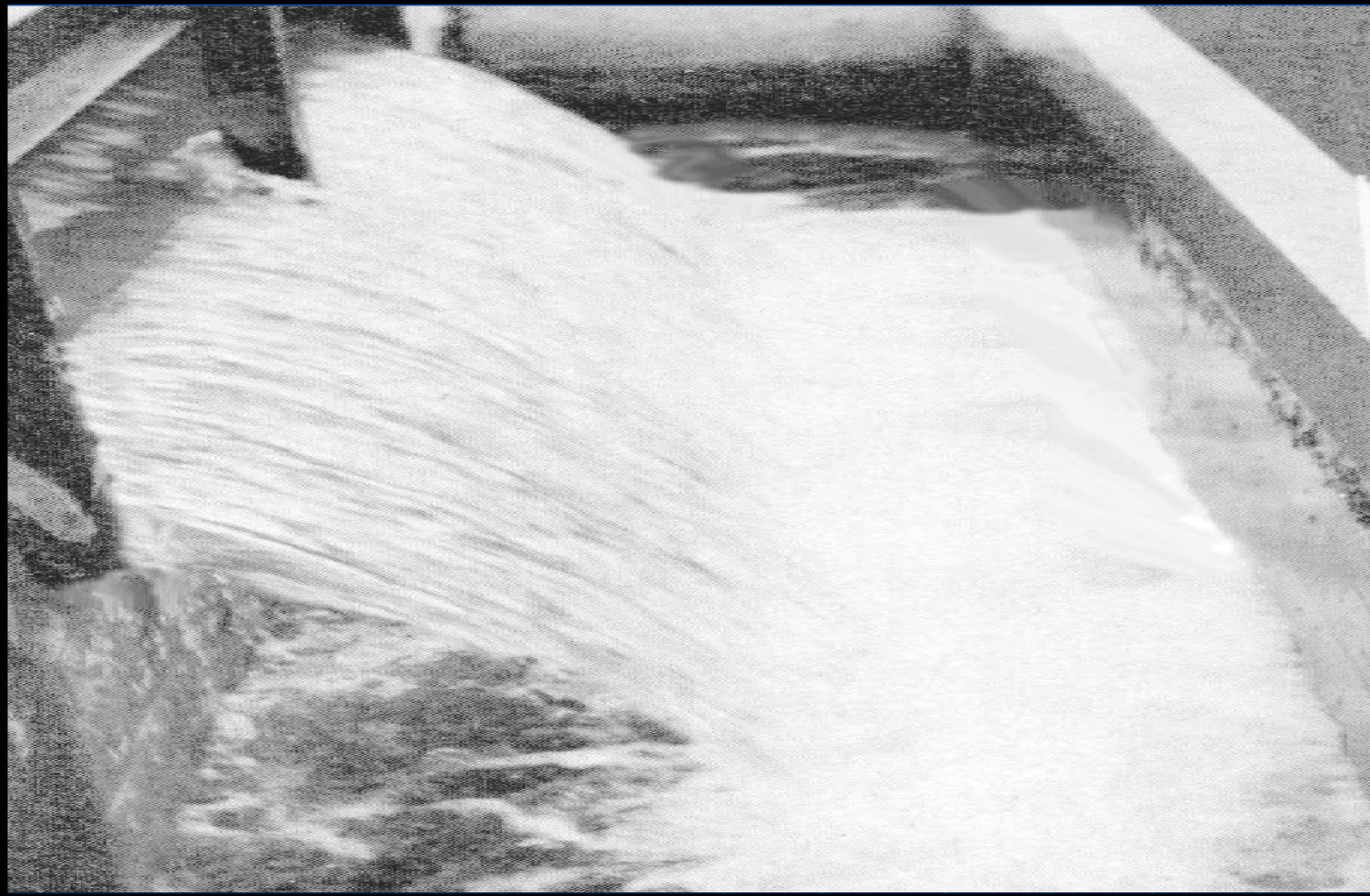
Unit Gabungan

TIPE PENGADUKAN CEPAT



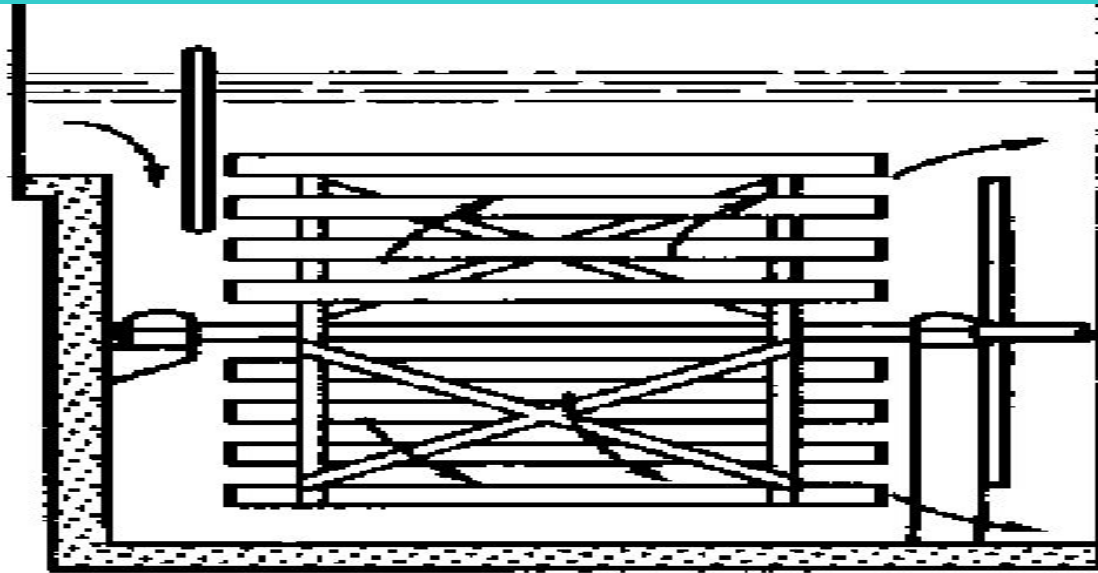
MEKANIS

TIPE PENGADUKAN

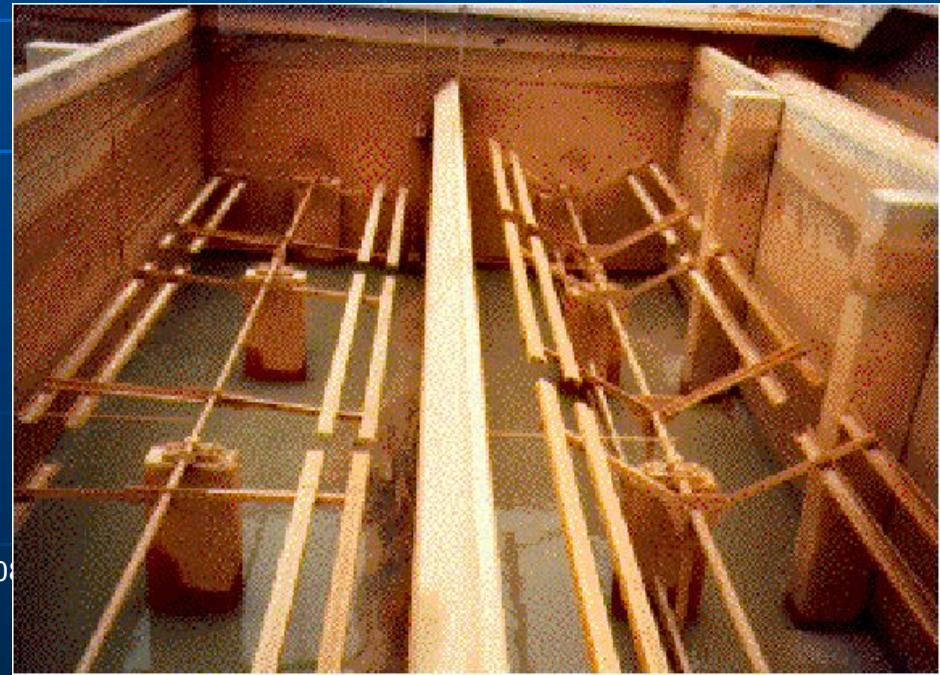


Hidrolis

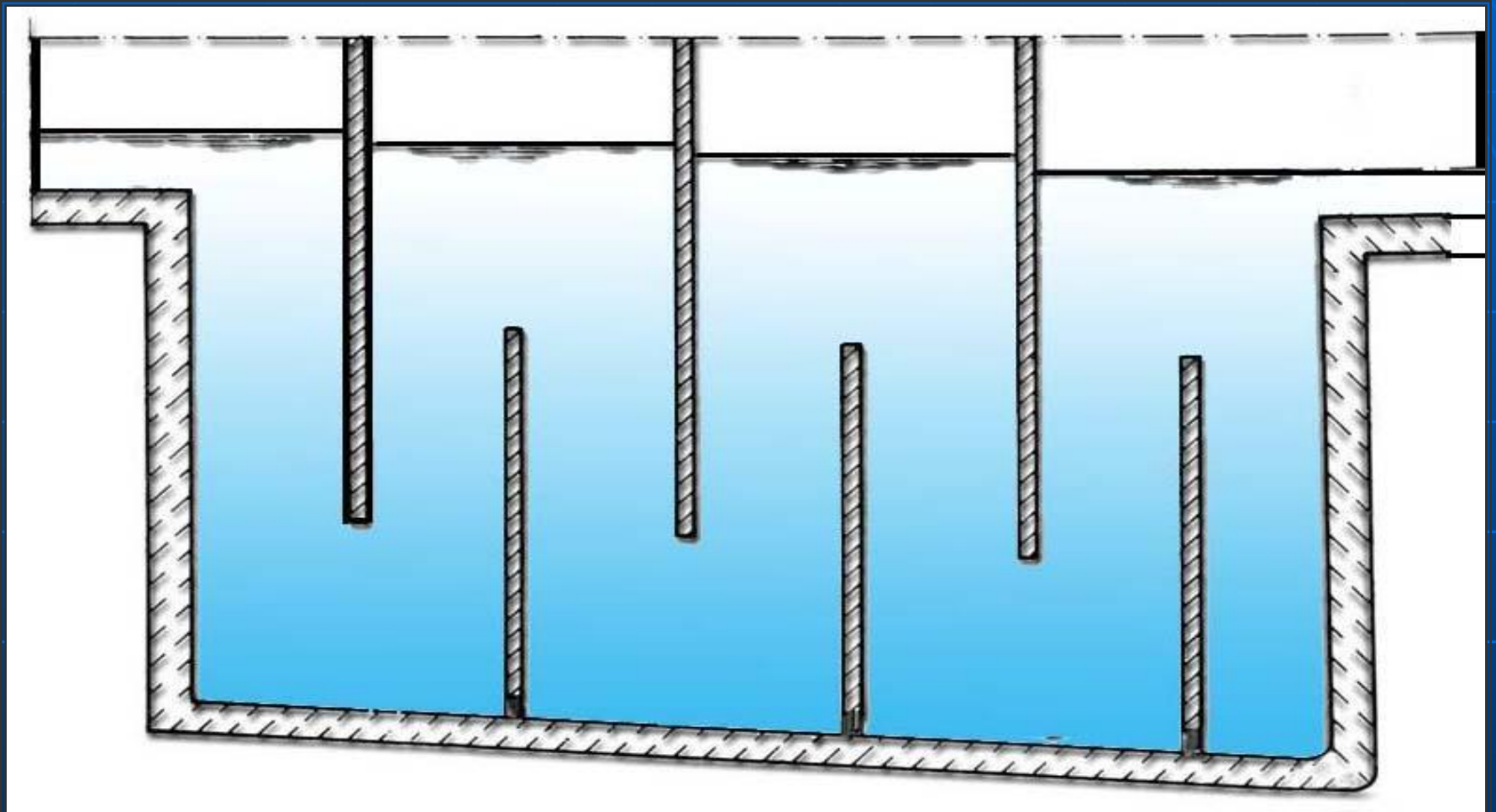
TIPE ALAT PENGADUK LAMBAT



Enlarged View of Paddle Flocculator



TIPE ALAT PENGADUK LAMBAT



Hidrolis

Perbedaan clay Ss dan flok:

- Clay Ss :
 - ukuran cukup besar sampai dengan koloidal
 - Untuk prasedimentasi -□ ukurannya berbeda-beda dan perbedaannya cukup besar.
- Flok : ukuran homogen karena sudah dikondisikan.
 - Clarifier : dibuat dalam bentuk bulat

Clarifier

- Removal lebih kecil daripada 100% tetapi lebih baik daripada plain sedimentasi.
- Jarak sama karena flok homogen.
- Surface loading akan berlaku betul

Prasedimentasi (PS)

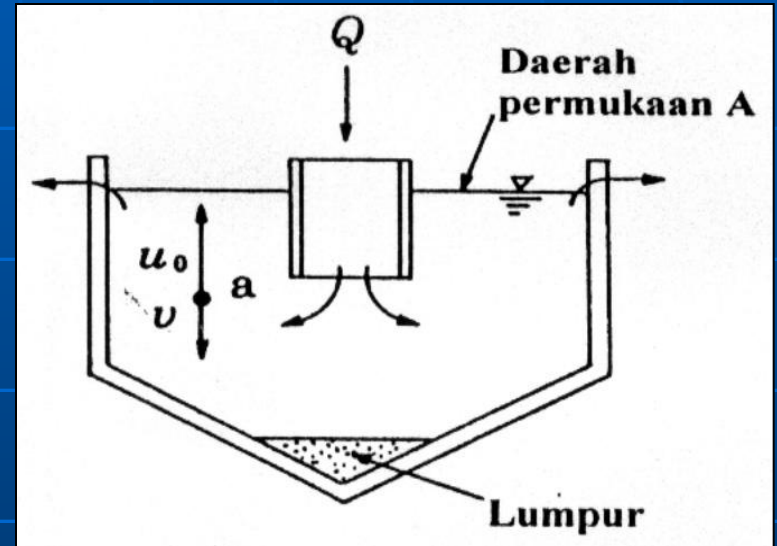
- atau plain sedimentation
- baknya dibuat persegi panjang karena flok ukurannya tidak homogen tetapi berbeda-beda dan perbedaannya cukup besar.

SEDIMENTASI

Tujuan : Untuk menyisahkan padatan tersuspensi melalui pengendapan

Prinsip pengendapan secara gravitasi

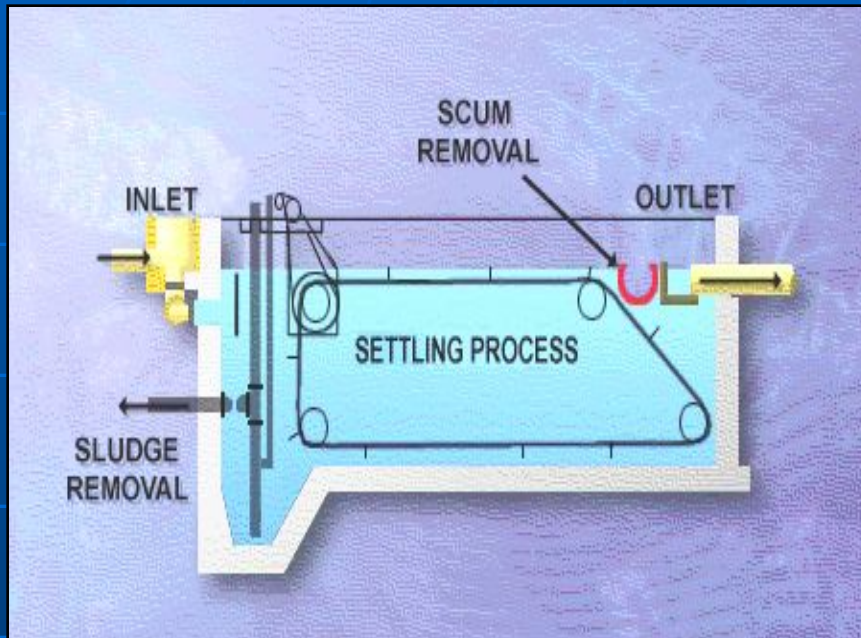
$P > 1$
 $V^s > V^o$
[perbedaan arah aliran]



Gambar Pengaruh arus terhadap sedimentasi

TIPE TANGKI SEDIMENTASI

1. Persegi



2. Lingkaran



Parameter-parameter operasi

1. Efisiensi [%]

2. Beban permukaan [So]

□ rumus:

3. Waktu tinggal [td]

SEDIMENTASI



2004.09.01 10.35

SI



2005.02.17

FLOTASI

Tujuan : Untuk menyisahkan pencemar yang dapat mengapung [komponen hidrokarbon /TDS]

Prinsip

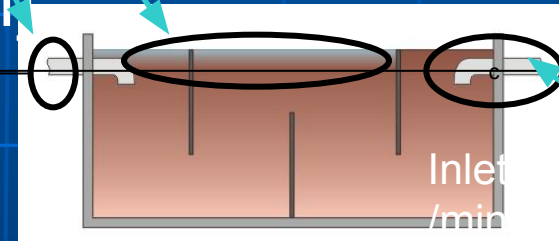
$$P_s < 1$$

$$V_s < V_o \text{ [Perbedaan arah aliran]}$$

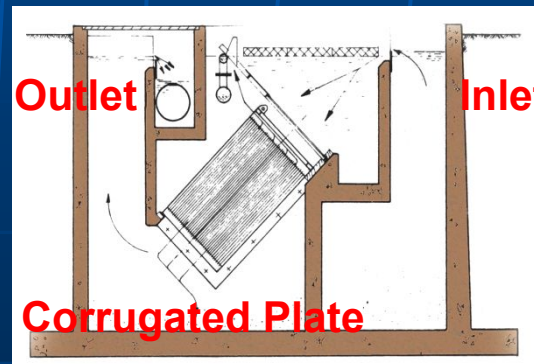
Inlet

Material yang mengapung /minyak & lemak >>

Pengambilan material terapung di permukaan



Model Sederhana



Model C

Floating Area

Tipe-tipe unit flotasi

1. Flotasi gravitasi
2. *Corrugated Plate Interceptor (CPI)*
3. Flotasi Udara Terlarut /*Dissolve Air flotation [DAF]*

FLOTASI



Rapid Sand Filter (RSF).

- Misalkan removal yang terjadi dalam *clarifier* = 80%, maka sisanya = 20% akan masuk ke *Rapid Sand Filter (RSF)*.
- Lebih baik flok yang dibuat untuk removal di *clarifier* lebih besar karena beban di RSF akan menjadi lebih ringan.

- *Water Treatment Plant (WTP)* yang sempurna yang menggunakan *RSF* disebut sebagai *RSF Plant*.
- *WTP* lainnya adalah *Slow Sand Filter Plant*.

FILTRASI

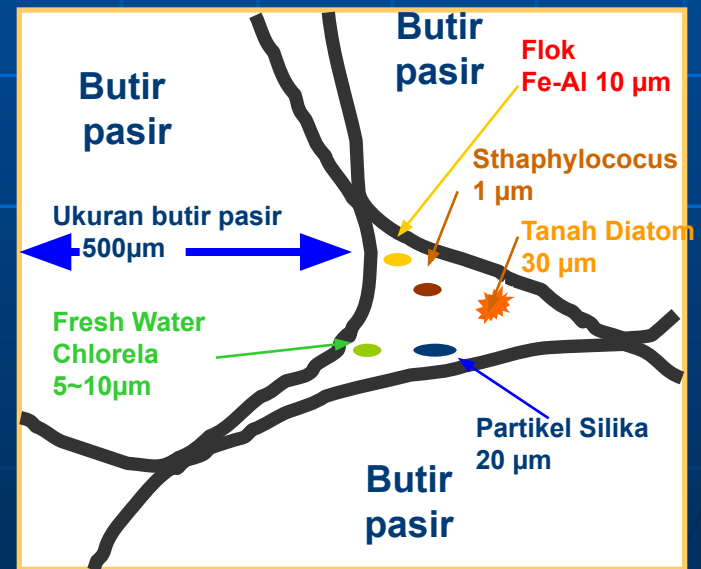
Tujuan: Untuk menyisihkan ukuran TSS yang sangat kecil melalui filtrasi media [pasir, kerikil, dll]

Proses filtrasi

1. Filtrasi gravitasi
2. Filtrasi tekanan

Prinsip

1. Filtrasi
2. Sedimentasi
3. Adsorpsi
4. Biofilm



proses filtrasi

- Materi-materi halus yang tidak dapat mengendap pada tanki sedimentasi
- kemudian disaring dengan menggunakan saringan
- yang umumnya terbuat dari pasir (*single media*) dengan diameter yang seragam (*uniform*),
- atau pasir dengan diameter yang tidak seragam (*un-uniform*),
- ataupun kombinasi dari pasir dan anthrasit (*dual media*) atau lainnya.

FILTRASI



Tipe Unit Filtrasi

1. Filter pasir lambat
2. Filter pasir cepat

Pertimbangan utama

1. Media [*single, dual, multi*]
2. Porositas
3. Kedalaman lapisan (*Bed depth*)
4. Sistem pencucian

Parameter operasi

1. Efisiensi [%]
2. Beban permukaan [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$]

Desinfeksi

- Dari *RSF* air yang keluar pHnya rendah, sedangkan *treated water* (air yang telah diolah dari BPAM), pHnya = 8-8,5 (sedikit basa), biasanya untuk air baku yang berasal dari air permukaan.
- Cat: untuk air tanah pH=7 tidak apa-apa

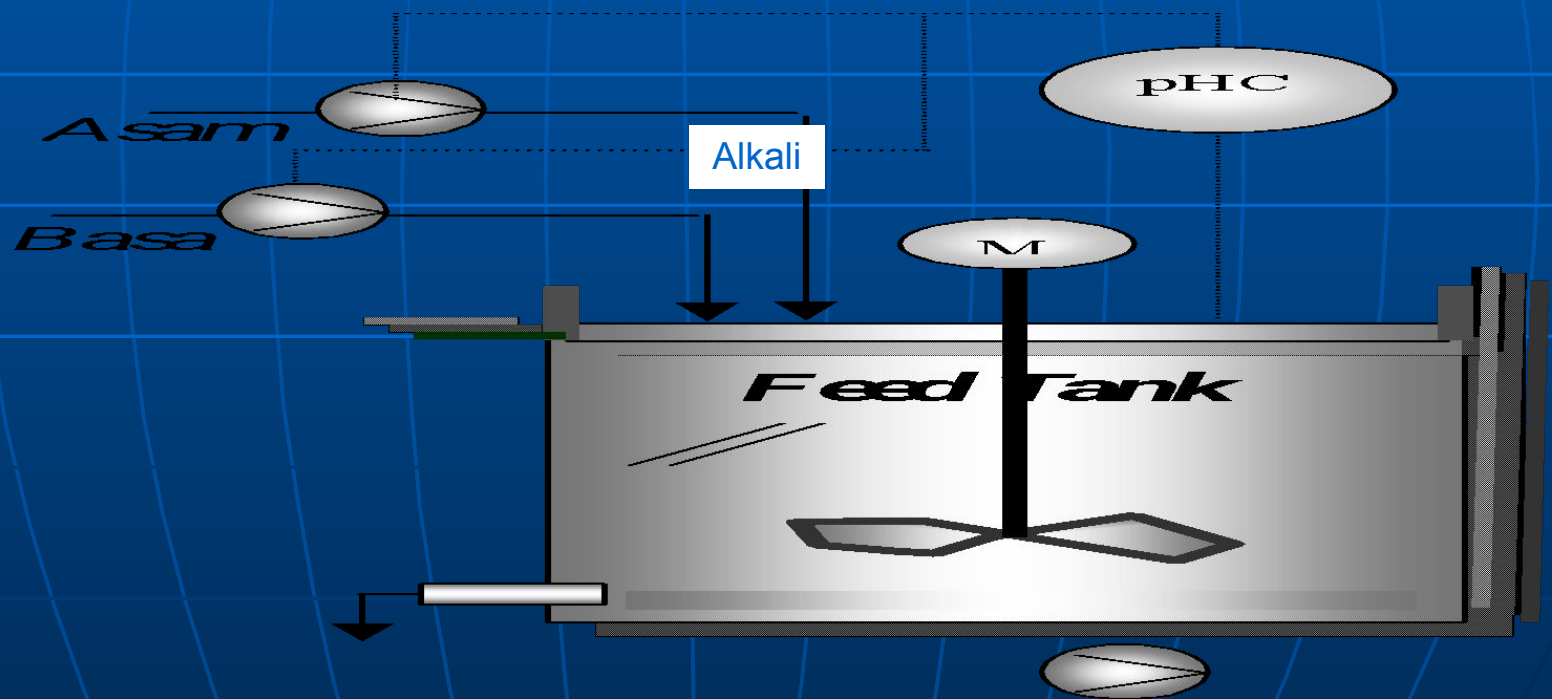
- Desinfeksi untuk bpam yang besar, biasanya menggunakan:
 - Chlor
 - Ozon
- Sedangkan Ultra violet biasanya untuk bpam yang kecil.

Clear well

- *Clear well* berbeda dengan reservoir.
- Waktu kontak $\frac{1}{2}$ -1 jam (Indonesia)
- Waktu ini untuk memberi kesempatan:
 - pH (netralisasi)
 - Desinfeksi
- dari *clear well* baru disalurkan ke sistem distribusi.

NETRALISASI

Tujuan : Untuk menetralkan pH



Gambar Unit Penyesuaian pH

- Terdapat pula *clear well* yang berbentuk Reservoir (R) distribusi.
- Perbedaan antara *clear well* dan R distribusi.
 - *clear well* : tidak ada fluktuasi muka air
 - (R) distribusi : ada fluktuasi muka air
- R distribusi untuk kota-kota di Indonesia: 27-30% (terlalu besar: ambil=15%)
- *clear well* & R distribusi: ada yang digabung konstruksinya jadi satu tetapi harus diingat bahwa fungsi masing-masing tetap harus ada.

- $T_d = 30$ menit untuk *clear well*.
- Terdapat argumentasi lain, yaitu t_d tidak perlu 30 menit jika jarak antara R distribusi ke pelayanan cukup jauh.
- Akan tetapi untuk mendisain BPAM harus ada hal-hal yang harus dihindari, misalnya terjadinya mikroorganisme (*counter argue*).

Alternatif lain

- Plant lebih sederhana.
- 1. PS tidak perlu, jika air baku baik, artinya tidak ada clay.
 - Pada awal-awal disain bpam oleh *Degreemont* di Indonesia, PS ini tidak ada, karena kondisi air baku baik, tetapi 20 tahun kemudian, sungai-sungai menjadi kotor, sehingga kekeruhannya tinggi akibat adanya kandungan clay yang cukup besar.
 - PS digunakan jika kandungan SS lebih besar daripada 100 mg/l.

2. atau PS digunakan sebagai cadangan (*option*).
- Musim kemarau - □ kondisi air baku baik
 - Musim hujan □ Lumpur terbawa.
 - Jika kadar SS tinggi dapat pula tidak menggunakan PS, jika:
 - Penggunaan alum harus lebih banyak, yang berfungsi untuk mengadsorp lumpur. Akan tetapi biayanya mahal untuk dosis alum yang besar ini.
 - Atau buat PS yang biayanya investasinya mahal tetapi dosis alum rendah
 - Jadi harus dipilih mana yang lebih ekonomis.

- Jika tidak ada PS sebelumnya, mana yang akan dipilih bak persegi panjang (seperti PS) atau *clarifier* (bulat)?

- Jawabannya adalah bak persegi panjang, karena partikel tidak homogen sehingga memberi kesempatan pada partikel terkecil untuk dapat terendapkan.

Direct Filtration (RSF)

- Digunakan untuk kondisi jumlah *dissolved* dan *coloidal matter* tidak terlalu besar (hal ini harus dicek di lab).
- Efektivitasnya kecil tetapi tidak sekecil SSF.
- Proses dari PS sampai dengan *clear well* merupakan physic-chemical proses.

PS □ SSF □ DES

- Merupakan *physic-bio-chemical process* karena di *SSF* ada *bio process*, dimana di permukaan filter (*SSF*) terbentuk bio-mass, yang disebut *smud-decke* (bhs Belanda) yaitu bakteri yang melakukan proses biologi.
- *SSF* masih digunakan di rural area
- Kebutuhan kapasitas amat besar - □ luas amat besar sehingga tidak efektif.
- Dahulu banyak digunakan, sekarang tidak.
- *RSF* lebih applicable karena dengan *Q* berapapun bisa dibuat filter yang lebih banyak.

- *Bypass* dilakukan untuk kondisi kekeruhan yang tidak tinggi, jika tinggi, baru PS digunakan.
- Jika beda kekeruhan tidak terlalu besar, sebaiknya digunakan alum (tanpa PS) dengan catatan bahwa hal ini dilakukan jika ekonomis.
- Catatan: ada yang menggunakan td untuk PS = 10 menit dalam tugas akhirnya, ini tidak benar karena untuk td = 10 menit yang bisa mengendap hanya pasir.

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Wastewater Characteristics

Qasim, S. R.

Wastewater Treatment Plants

Planning, Design & Operation

CBS College Publishing, N.Y., 1985

3.1. Introduction

- Municipal wastewater:
 - Liquid wastes collected from residential, commercial & industrial areas, and
 - Conveyed by means of a sewerage system to a central location for treatment.
- Reliable estimates on ww characteristics → WWTP
- Dry weather conditions:
 - municipal ww derived largely from the water supply
 - → water usage data under present & future conditions are essential.

3.2. Municipal water demand

3.2.1. Components of municipal water demand

- Water demand data → useful for estimating ww characteristics.
- Factors affecting water withdrawal rates:
 - Climate, geographical location
 - Size & economic conditions of the community
 - Degree of industrialization
 - Metered water supply
 - Cost of water
 - Supply pressure

3.2.1. Components of municipal water demand

1) Residential water use

Table 3.2.

2) Commercial water use:

15-20% of the total water demand (for cities > 25,000 population)

3) Industrial water use:

20-30% of the total water demand

4) Public water use:

8-15% of the total water demand

5) Unaccounted of water:

8-15% of the total water demand

Table 3.2.

TABLE 3-2 Typical Breakdown of Residential Water Uses

| Types of Water Use | Percentage |
|-----------------------------------|------------|
| Toilet flush | 41 |
| Washing and bathing | 37 |
| Kitchen | 11 |
| Drinking, cooking (2-6 percent) | |
| Dishwashing (3-5 percent) | |
| Garbage disposal (0-6 percent) | |
| Laundry | 4 |
| Cleaning and general housekeeping | 3 |
| Lawn sprinkling | 3 |
| Auto washing | 1 |

Source: Adapted in part from Refs. 3-6.

is given in Table 3-2.³⁻⁶ It includes toilet flush, cooking, drinking, washing, bathing, watering lawn, and other uses. The average residential water demand varies from 228 to 456 ℓ pcd, while most commonly used numbers are 300-380 ℓ pcd.^{2,7,8} Typical water uses for various household devices are summarized in Table 3-3.³⁻⁶

Commercial establishments include motels, hotels, office buildings, and the like. The

3.2.2. Variations in municipal water demand

- The previous is based on annual average daily demand.
- Variations in seasonal, daily, hourly water demands
 - Working days > holidays
 - Hot & dry > cold & wet days
 - 2 peak demands in a day:
 - In the morning
 - In the evening

Figure 3.1

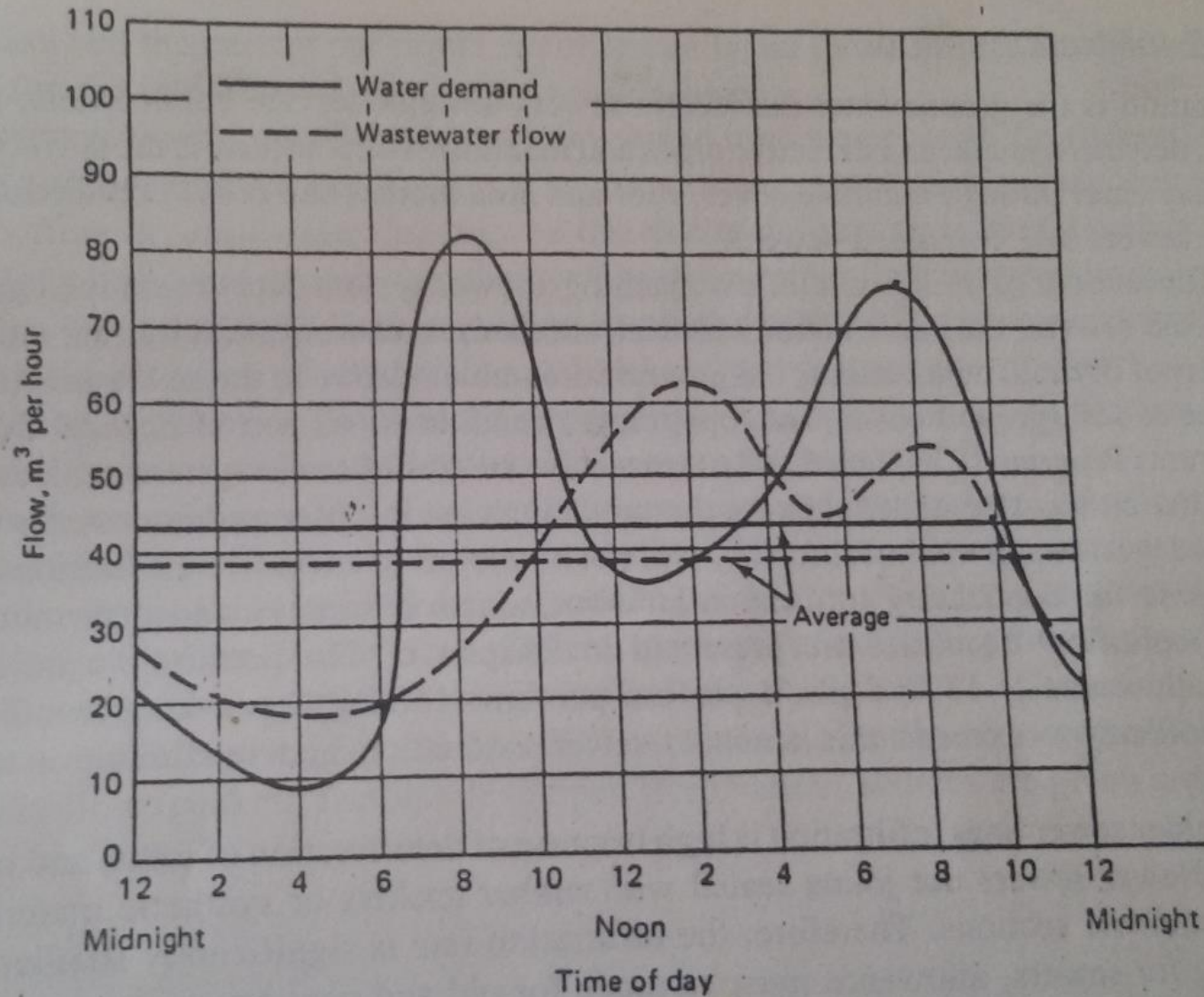


Figure 3-1 Typical Variation in Municipal Water Demand and Wastewater Flow.

Table 3.6

TABLE 3-6 Typical Fluctuations in Water Demand in Municipal Water Supply Systems

| Condition | Ratio of Annual Average Demand |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Maximum day in a year | 1.5-2.0 |
| Daily average in maximum week | 1.3-1.6 |
| Daily average in maximum month | 1.2-1.4 |
| Peak hour within a day | 2.7-4.0 |

3.3. Wastewater flow

3.3.1. Relation between water supply and ww flow rates

- Municipal ww \leftarrow water supply
- Water supply that does not reach the sewers:
 - Water used for street washing, lawn sprinkling, fire fighting, leakages from water mains & service pipes
 - Consumed in products & manufacturing processes
 - Use septic tanks & drainage fields for ww disposal
- Quantity of ww $>$ public water supply:
 - Infiltration/inflow
 - Water used by industries & residences that is obtained from privately owned sources.

3.3.2. Infiltration/inflow

- Infiltration: ground water that enters sewers through service connections, cracked pipes, defective joints & pipes, manhole walls.
- Inflow: surface runoff that may enter through manhole cover, roof & area drains, cross-connection from storm & combined sewers.
- The amount of infiltration/inflow reaching a sewer system depends on:
 - The length & age of the sewers
 - The construction material, method & workmanship
 - The number of illegal roof/drain connections
 - The groundwater table relative to the sewer position
 - The type of soil, ground cover, topographic conditions.

3.3.2. Infiltration/inflow

- Older sewer lines → infiltration is high
 - → Deterioration of joints & masonry mortar
- Newer sewers → infiltration is smaller
 - → use joints sealed with rubber gaskets/synthetic material & precast manhole sections
- → allowance must be made for old & new constructions.

3.3.3. Flow variations

- = water demand, ww flows vary with:
 - The season of the year
 - Weather conditions
 - Day of the week
 - Time of the day
- Dry weather conditions:
 - daily ww flows shows a diurnal pattern

Fig. 3.1.

- Ww curve closely parallels to that of water demand with a lag of several hours
- The fluctuation in ww flows < water supply because of:
 - The storage space in the sewers
 - Time required for the ww to reach the treatment plant
 - The commercial & industrial discharges tend to reduce the peak flows
 - The infiltration/inflow further changes the diurnal flow pattern.

Procedure to develop design flow

- Used in the absence of flow records
 - 1) The population estimates, industrial & commercial growths, land use patterns are developed for the initial & design years.
 - 2) Based on the current per capita water demands and future trends, average water usage data for the initial & design years are developed.
 - 3) Average ww flow data are developed from water usage.
 - Water lost due to:
 - lawn sprinkling, street washing, leakage
 - Exfiltration
 - Average dry weather flow \approx 80 % water demand

Procedure to develop design flow

- 1) Peak & minimum dry weather flows
 - The ratio of peak to average and
 - Minimum to average
 - Depend on the population
 - Larger cities have less deviation from the average
- 2) The peak hourly ww flow = the peak dry weather flow + the infiltration/inflow
- 3) Minimum rates of ww flow are useful
 - in the design of pumping stations
 - To investigate the velocity in sewers & channels during the low flows
 - In the absence of gauging data, min flow
 - \approx 33% average flow for small size communities and
 - \approx 50% average flow for medium size communities

Procedure to develop design flow

- Sustained flows: the flows that persist for various time durations.
- Extraordinarily dry & hot weather → sustained low extremes
- Special events in communities → high sustained flows

3.3.4. Flow reduction

- Water conservation
- Reuse of water in homes
 - 30-40% reduction in water consumption & ww volume
- Reduction of infiltration flow

3.3.5. Flow measurements

- Installed in the interceptor sewers, force mains or at any location within a plant.

3.4. Quality of ww

- Municipal ww contains over 99.9% water.
- Remaining materials:
 - Suspended & dissolved organic & inorganic matter
 - Microorganisms



Physical, chemical & biological qualities



Characteristic of residential & industrial ww

3.4.1. Physical quality

- Temperatur, color, odor & turbidity
- Table 3.9

Table 3.9

TABLE 3-9 Physical Quality of Wastewater

| Parameter | Description |
|-------------|---|
| Temperature | The temperature of wastewater is slightly higher than that of water supply. Temperature has effect upon microbial activity, solubility of gases, and viscosity. The temperature of wastewater varies slightly with the seasons, but is normally higher than air temperature during most of the year and lower only during the hot summer months. |
| Color | Fresh wastewater is light gray. Stale or septic wastewater is dark gray or black. |
| Odor | Fresh wastewater may have a soapy or oily odor, which is somewhat disagreeable. Stale wastewater has putrid odors due to hydrogen sulfide, indol and skatol, and other products of decomposition. Industrial wastes impart other typical odors. Because of odors associated with wastewater treatment facilities, area residents have often vigorously resisted and rejected wastewater treatment plant projects. |
| Turbidity | Turbidity in wastewater is caused by a wide variety of suspended solids. In general, stronger wastewaters have higher turbidity. |

3.4.2. Chemical quality

- Organic & inorganic constituents
- Domestic ww contains:
 - 50% organic
 - 50% inorganic matter
- Organic components
 - Major components of organic matter in domestic WW:
 - carbohydrates, proteins → easily biodegradable
 - fats, oils, grease → more stable → decomposed slowly by microorganisms

3.4.2. Chemical quality

- Small fractions:
- Synthetic detergents, phenolic compounds,
- pesticides, herbicides → nonbiodegradability, foaming, carcinogenicity
- Sources: industrial wastes & surface runoff

Table 3.10

TABLE 3-10 Typical Chemical Quality of Raw Domestic Wastewater

| Chemical Quality Parameters | Description | Concentration | |
|-----------------------------|---|---------------|---------|
| | | Range | Typical |
| Total solids | Organic and inorganic, settleable, suspended and dissolved matter. | 375-1800 | 740 |
| Settleable, mℓ/ℓ | Portion of organic and inorganic solids that settles in 1 h in an Imhoff cone. These solids are approximate measure of sludge that is removed in a sedimentation basin. | 5-20 | 10 |
| Suspended (TSS), mg/ℓ | Portion of organic and inorganic solids that are not dissolved. These solids are removed by coagulation or filtration. | 120-360 | 230 |
| Fixed, mg/ℓ | Noncombustible or mineral components of total suspended solids. | 30-80 | 55 |
| Volatile, mg/ℓ | Combustible or organic components of total suspended solids. | 90-280 | 175 |
| Dissolved (total), mg/ℓ | Portion of organic and inorganic solids that is not filterable. Solids smaller than one millimicron (mμ)* fall in this category. | 250-800 | 500 |
| Fixed, mg/ℓ | Noncombustible or mineral components of total dissolved solids. | 145-500 | 300 |
| Volatile, mg/ℓ | Combustible or organic components of total dissolved solids. | 105-300 | 200 |
| BOD ₅ , mg/ℓ | Biochemical oxygen demand (5-d, 20°C). It represents the biodegradable portion of organic component. It is a measure of dissolved oxygen required by microorganisms to stabilize the organic matter in 5 days. | 110-400 | 210 |
| COD, mg/ℓ | Chemical oxygen demand. It is a measure of organic matter and represents the amount of oxygen required to oxidize the organic matter by strong oxidizing chemicals (potassium dichromate) under acidic condition. | 200-780 | 400 |
| TOC, mg/ℓ | Total organic carbon is a measure of organic matter. TOC is determined by converting organic carbon to carbon dioxide. It is done in a high-temperature furnace in presence of a catalyst. Carbon dioxide is quantitatively measured. | 80-290 | 150 |

38 WASTEWATER CHARACTERISTICS

Table 3.10

| | | | |
|---|---|---------|-----|
| Total nitrogen (TN), ^a mg/ℓ | Total nitrogen includes organic nitrogen, ammonia, nitrite, and nitrate. Nitrogen and phosphorus along with carbon and other trace element serve as nutrients thus accelerate the aquatic plant growth. | 20-85 | 40 |
| Organic (ON) (as N), mg/ℓ | It is bound nitrogen into protein, amino acid, and urea. | 8-35 | 20 |
| Ammonia (NH ₃ -N) (as N), mg/ℓ | Ammonia nitrogen is produced as first stage of decomposition of organic nitrogen. | 12-50 | 20 |
| Nitrite and nitrate (as N), mg/ℓ | Nitrite and nitrate nitrogens are the higher oxidized forms of nitrogen. Both of these forms of nitrogen are absent in raw domestic wastewater. | 0-small | 0 |
| Total phosphorus (TP) mg/ℓ | Total phosphorus exists in organic and inorganic form. Phosphorus in natural water is a source of eutrophication. | 4-15 | 8 |
| Organic (as P), mg/ℓ | Organic phosphorus is bound in organic matter. | 1-5 | 3 |
| Inorganic (as P), mg/ℓ | Inorganic form of phosphorus exists as orthophosphate and polyphosphate. | 3-10 | 5 |
| pH | pH is indication of acidic or basic nature of wastewater. A solution is neutral at pH 7. | 6.7-7.5 | 7.0 |
| Alkalinity (as CaCO ₃), mg/ℓ | Alkalinity in wastewater is due to presence of bicarbonate, carbonate, and hydroxide ion. | 50-200 | 100 |
| Hardness (as CaCO ₃), mg/ℓ | Hardness in wastewater is primarily due to calcium and magnesium ions. Hardness of wastewater depends on the hardness of water supply. | 180-350 | 240 |
| Chloride, mg/ℓ | Chloride in wastewater comes from water supply, human waste, and domestic water softeners. | 30-100 | 50 |
| Oils and grease, mg/ℓ | These are soluble portion of organic matter in hexane. Their sources are fats and oils used in foods. | 50-150 | 100 |

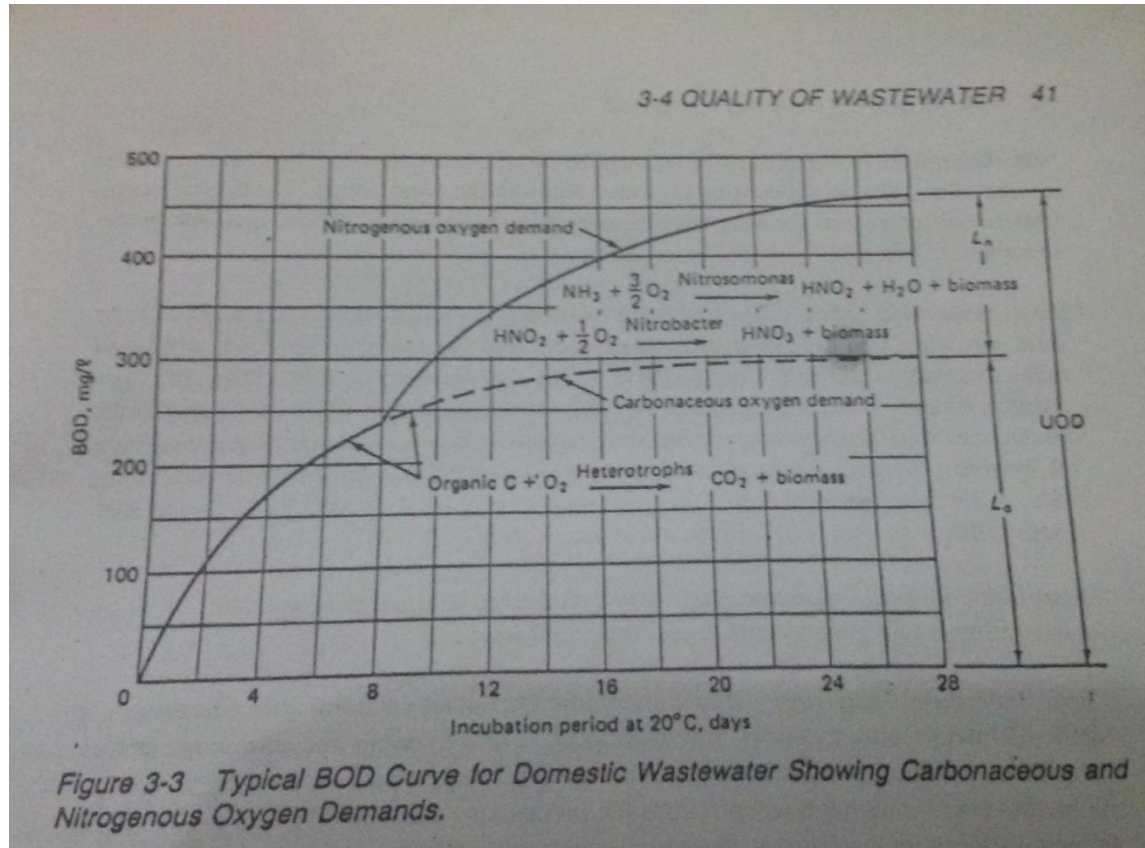
^a1 millimicron (mμ) = 10⁻⁷ cm
^bTN = ON + NH₃-N + NO₂-N + NO₃-N. Total Kjeldhal nitrogen (TKN) = ON + NH₃-N.

Measurement of organic content

BOD

- The most commonly used parameter to express the strength of municipal & industrial ww
- BOD5 test is important for:
 - The design of biological treatment facilities
 - Determining organic loadings to treatment plants
 - Evaluating the efficiency of treatment systems
 - Stream pollution control activities → to determine the degree of organic pollution in streams at any time
- → Important in:
 - regulatory work
 - Studies designed to evaluate the purification capacity of receiving waters.

Figure 3.3.



BOD

- The amount of oxygen utilized by a mixed population of microorganisms under aerobic conditions to stabilize the organic matter.
- DO is determined in the diluted sample initially 7 after incubation at 20°C for 5 days.
- The ultimate first-stage BOD: total carbonaceous oxygen demand
- Second stage BOD: nitrogenous oxygen demand

BOD test limitations

BOD test:

- 5 day period for a result
- Preparation of acclimated seed for industrial & toxic wastes is required
- Only biodegradable soluble organics are measured
- Nitrification may cause serious interference

Other methods

More rapid tools to quantify the organic matter
in ww samples

- COD
- TOC
- TOD
- ThOD

TSS

- Sand, silt, clay, organic matter
- Once discharged into natural waters:
- Increase the turbidity of water
- Once settled
 - → ruin the spawning & breeding grounds of aquatic animals
- Organic solids at bottom → progressively decompose using up DO & produce noxious gases

Dissolved inorganic components

- 1) Toxic inorganic chemicals
- 2) Nontoxic inorganic chemicals

1) Toxic inorganic chemicals

- 13 metals + cyanide & asbestos
- 13 metals:
 - Antimony, arsenic, beryllium, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, silver, thalium, zinc
 - High concentrations → synergistic/antagonistic effects in terms of toxicity in biological WWTP
 - Not biodegradable
 - Removal mechanisms depend on physicochemical processes

2). Nontoxic inorganic chemicals

- Dissolved salts → alter chemical qualities i.e. pH, buffering capacity, salinity, scaling, corrosiveness of the ww
- Compounds of calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, manganese salts of carbonate, bicarbonate, chloride, sulfate, nitrate, phosphate
- Their concentrations depend on
 - The chemical makeup of the water supply
 - The use of domestic & industrial water softeners
- The mineral makeup of ww is important in the reuse potential of ww

3.4.3. Microbiological quality

- Principal groups of microorganism: bacteria, fungi, protozoa, algae

3.5. Characterization of ww

- WW treatment facilities are normally designed for average loadings of BOD, SS 7 other constituents.
- Designs based on average conditions with no considerations for peak concentrations or average sustained concentration → effluent quality may often not meet the standard
- Ww quality data also exhibit seasonal, daily, hourly variations.
- Sampling programs → develop peak mass loading & average sustained loading conditions.
- :

Typical ratio of one day average sustained peak to average mass loading of

| | |
|------------------|------------|
| BOD | 2.5 |
| SS | 2.7 |
| TKN | 2.0 |
| Ammonia nitrogen | 1.5 |
| total phosphorus | 1.6 |

3.6. unit waste loadings & population equivalents

- Loadings of SS & DS in municipal ww on a per capita basis remain relatively uniform.
- Variation in constituent loadings/capita/day may be due to:
 - Industries served
 - Usage of garbage grinders & domestic water softeners
 - Discharge of septage
- In small WWTP their effects → significant
- Unit waste loading is developed from:
 - Flow rate (L/cap/day)
 - Concentration of constituent (mg/L)
- Table 3.11.

Table 3.11.

CHARACTERISTICS

TABLE 3-11 Unit Waste Loadings Derived from Table 3-10

| Constituent | Typical Unit Waste Loadings (g/capita·d) |
|------------------------------|--|
| BOD ₅ | 95 ^a |
| COD | 180 |
| Total suspended solids (TSS) | 104 |
| Total nitrogen (as N) | 18 |
| Organic nitrogen (as N) | 9 |
| Ammonia nitrogen (as N) | 9 |
| Total phosphorus (as P) | 4 |

^aAverage flow 450 l/c·d (118 gpcd) × (210 mg/l) × (1 g /1000 mg) = 94.5 g per capita per day. See Table 3-10 for typical concentrations of BOD₅, COD, TSS, various forms of nitrogen, and total phosphorus.

typical

Population equivalent of a waste

- Population equivalent of a waste
- = total mass/day : per capita mass loadings
- Has been used as a technique for determining industrial ww costs.
- May be determined on the basis of flow, BOD5, COD, TSS, N
- Ex:
- Industrial waste: 1,000 m³/d, BOD5 = 500 mg/L
- Pop equivalent = $0.5 \text{ g/L} \times 1/(95 \text{ g/cap.d}) \times 10^3 \text{ m}^3/\text{d} \times 1000 \text{ L/m}^3 = 5263$

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Water Intake

Al-Layla, M. A., et al.

Water Supply Engineering Design

Ann Arbor Science Publishers Inc., 1977,
Michigan

4.27. Water Intake

Factors to be considered in the location of an intake:

1. No fast current → damage the intake → interruption in the water supply.
2. Ground should be stable
 - straight section is preferable → risk of erosion is minimum
3. Free from obstacles
4. Inlet should be:
 1. well below the surface of the river/the lake
 - receive cooler water
 - prevent the entry of floating matter.
 2. Well above the bottom of the water body
 - Prevent the entry of suspended matter near the bottom

4.27. Water Intake

Factors to be considered in the location of an intake:

5. Located at some distance from the bank
→ Avoid possible contamination of the bank
6. Located on the upstream of the town.

Factors to be considered in the location of an intake:

- Main current
- Lowest water level
- Navigation facilities
- Curtain walls
- divert water into intake structures at the bank → to draw clear water from the stream
- Construction of intake structures, coarse & fine screen
- won't be damaged by floods
- safe from scouring or silt deposition

Factors to be considered in the location of an intake:

- Provision of coarse & fine screen
 - Floating matter may not enter the supply system
 - safe from scouring or silt deposition
- Provision of inlets at various water levels
- → anticipate the fluctuation of the water level (Fig. 4.28).
- If the fluctuation >>> → a small weir across the river

Fig. 4.28

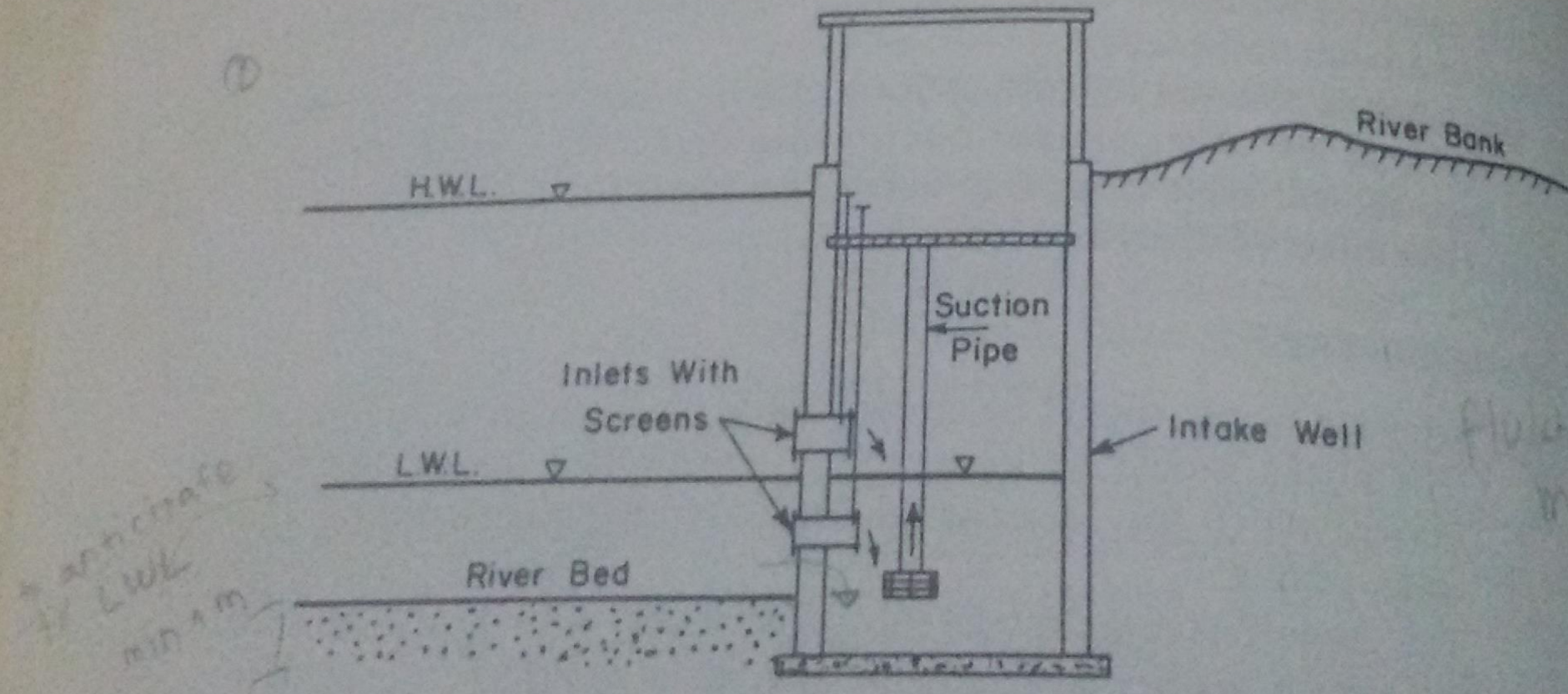


Figure 4.28. River intake.

Factors to be considered in the location of an intake:

- Once the water level is constant & river bank is steep → intake can be constructed adjacent to the bank
- → water is drawn via a horizontal pipe (Fig. 4. 29).
- Inlet is provided with a coarse screen & strainers, and firmly anchored (Fig. 4. 30)

Fig. 4.29

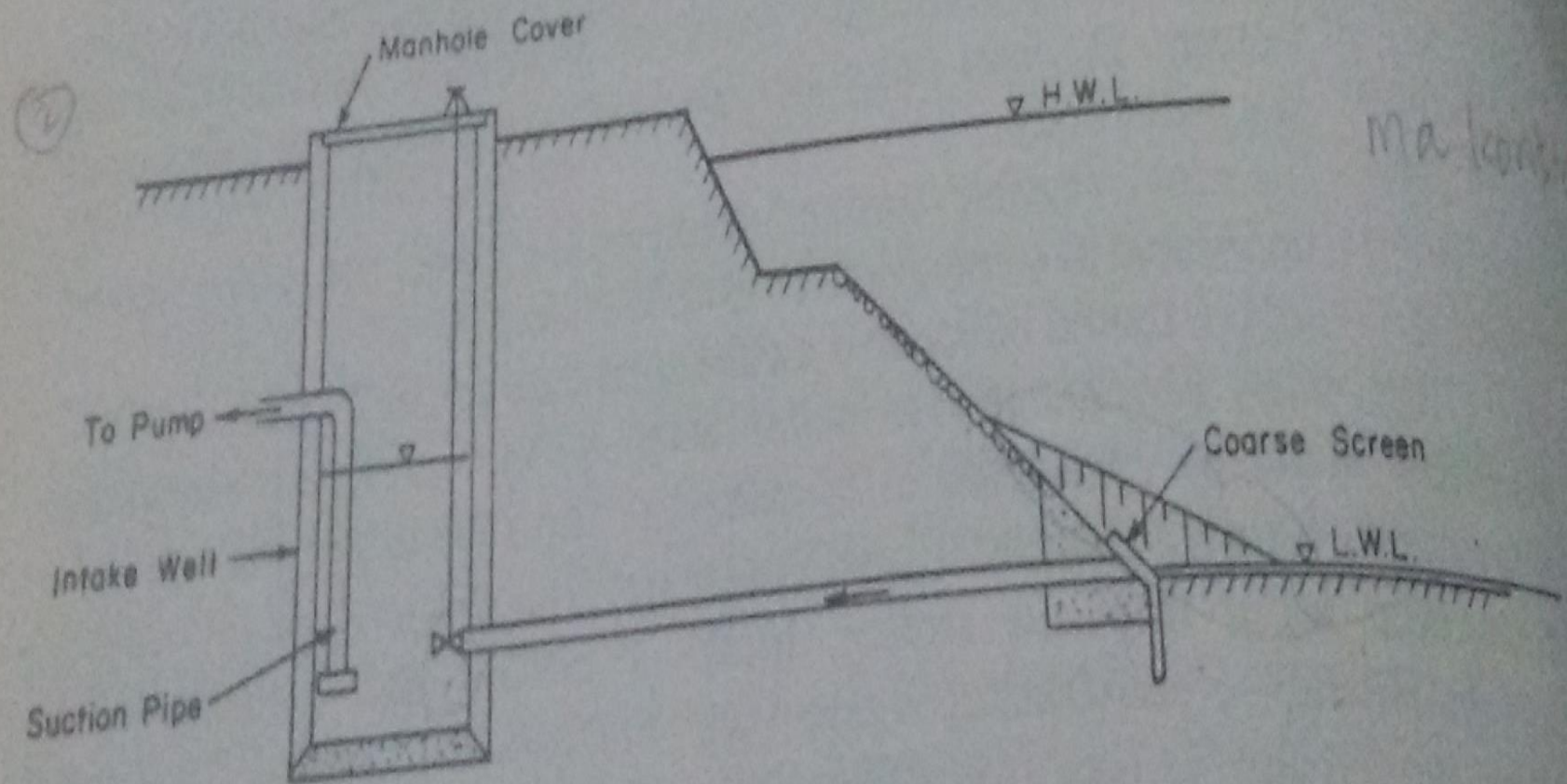


Figure 4.29. River intake.

Fig. 4.39

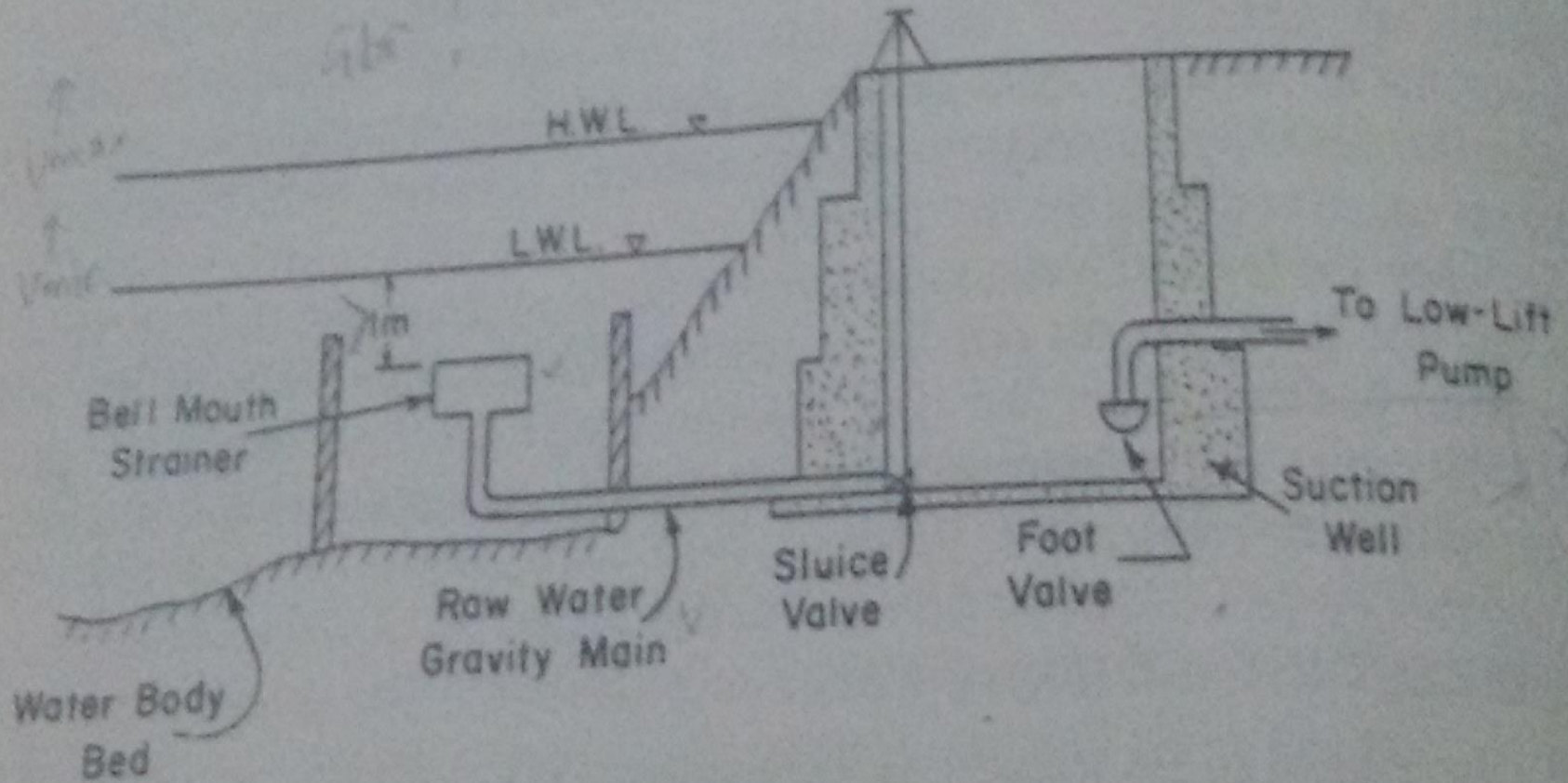


Figure 4.30. River intake.

4.28 Direct Intake (Fig. 4.31)

- In deep waters
- Cheaper
- Used suitably once:
 - The source is deep i.e. rivers, lakes
 - The embankment is resistant to erosion & sedimentation

Fig. 4.31

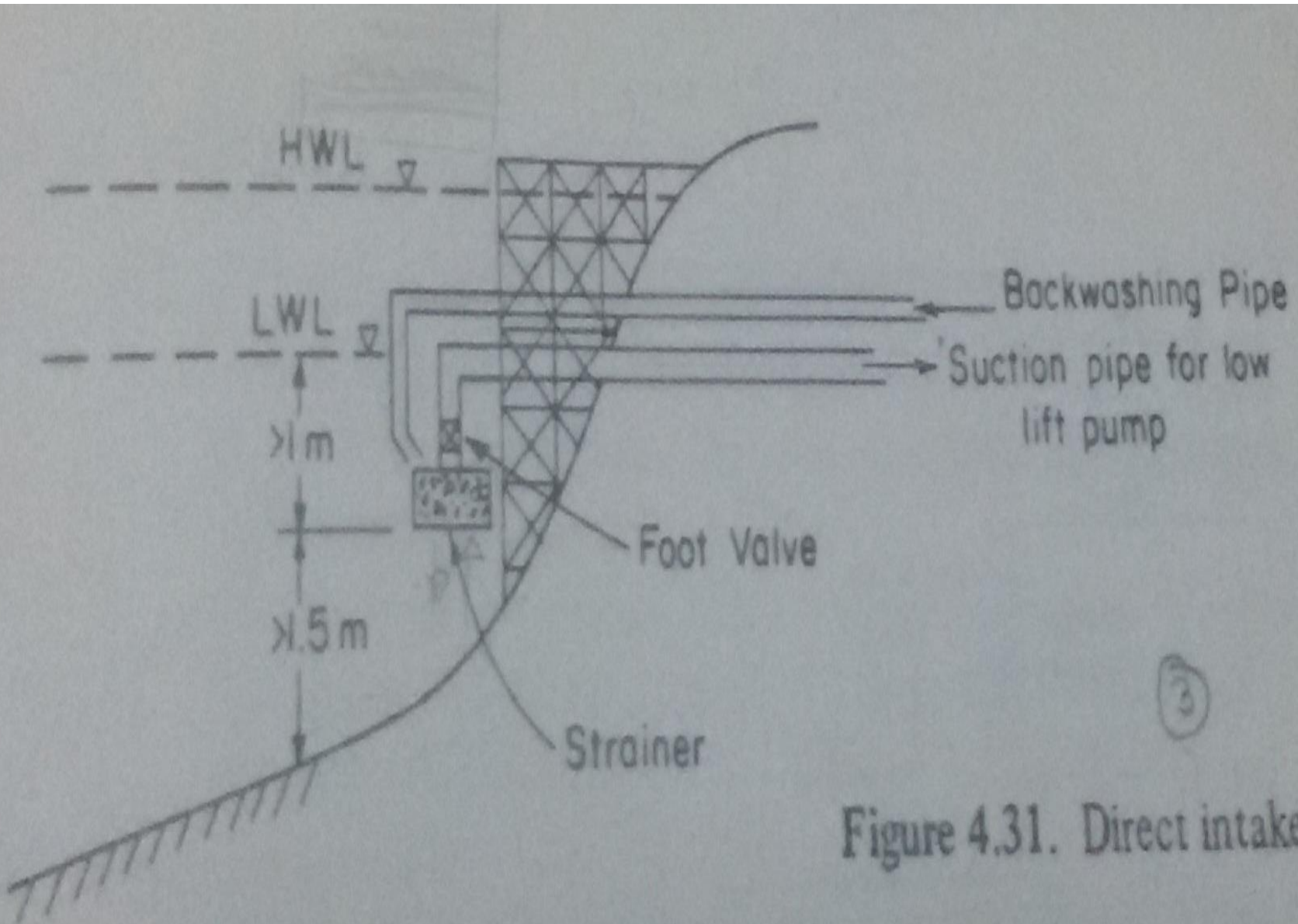


Figure 4.31. Direct intake.

4.29. Canal intake

Once water is drawn from the canal

- → a masonry chamber with an opening is built partially in the canal bank
- → the opening is provided with a coarse screen (Fig. 4.32)
- → from the chamber, water is drawn by a pipe having a bell mouth covered with a perforated hemispherical cover.
- → the area of the hole in the cover = $\frac{1}{3}$ of the hemisphere.
- → due to the construction of the chamber in the canal :
- → the width of the canal is reduced
- → increase in the velocity
- → scour the soil
- → the approaches in the upstream & downstream are lined with rip-rap.

Fig. 4.32

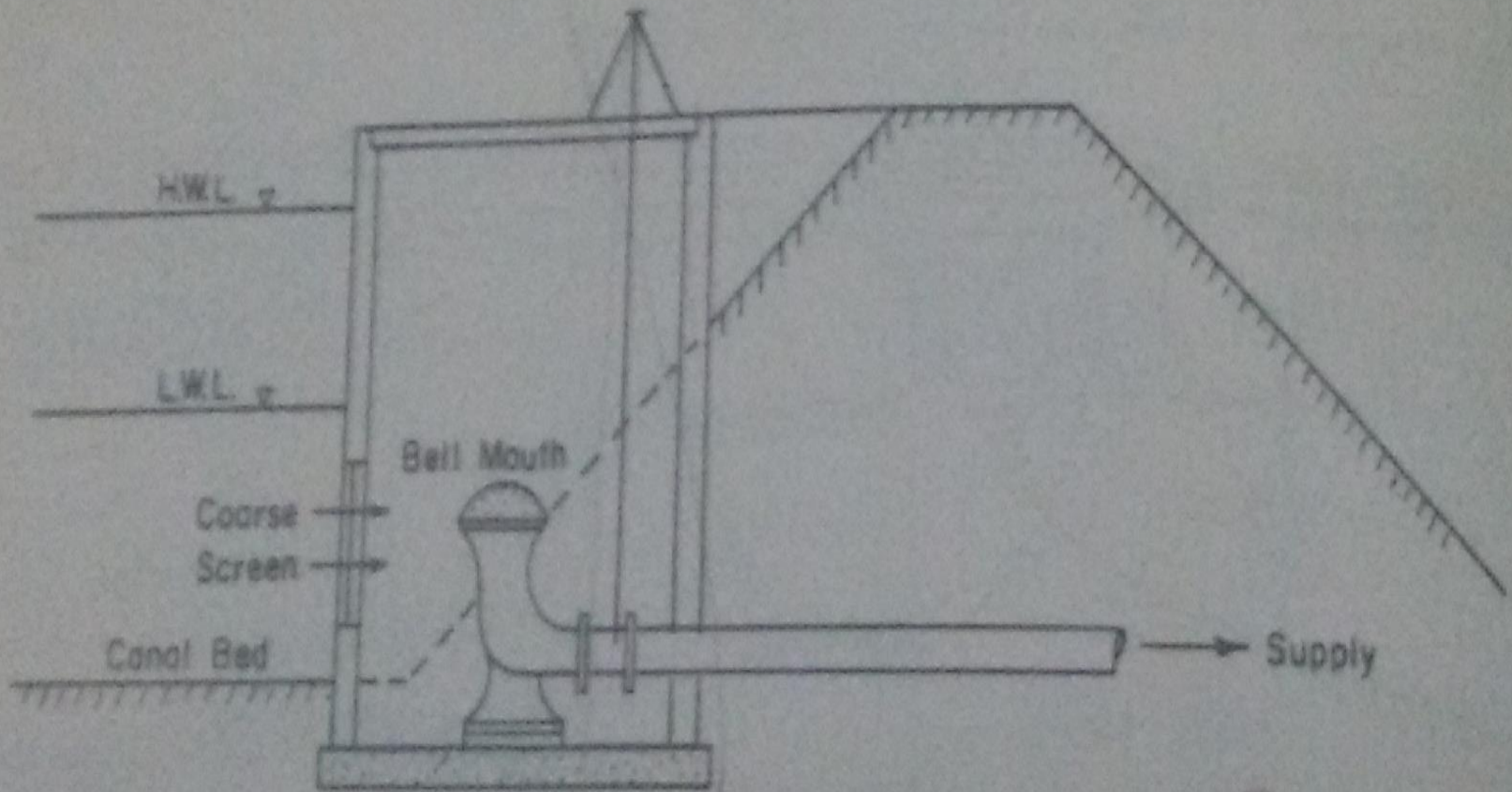


Figure 4.32. Canal intake.

4

4.30 Reservoir intake

- At the spillway section or
- Near the toe of an earthen dam (Fig. 4.33)
- The foundation of the tower is separated from that of the dam → constructed on the upstream side.
- To compensate for water level fluctuations → inlets at various levels.
- Once gravity takes control → water tower is not required (Fig. 4.34).

Fig. 4.33

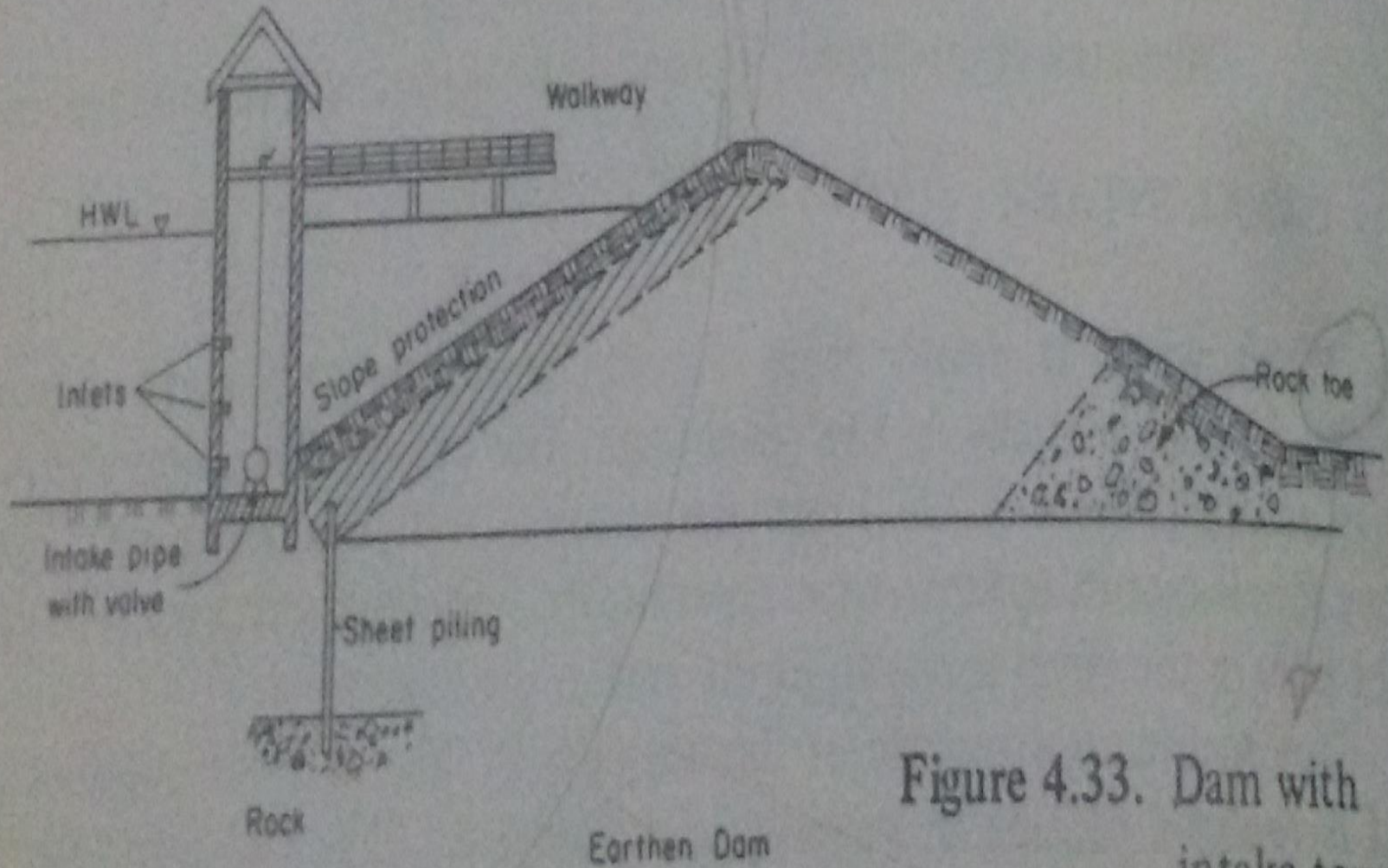


Figure 4.33. Dam with intake tower.

Fig. 4.34

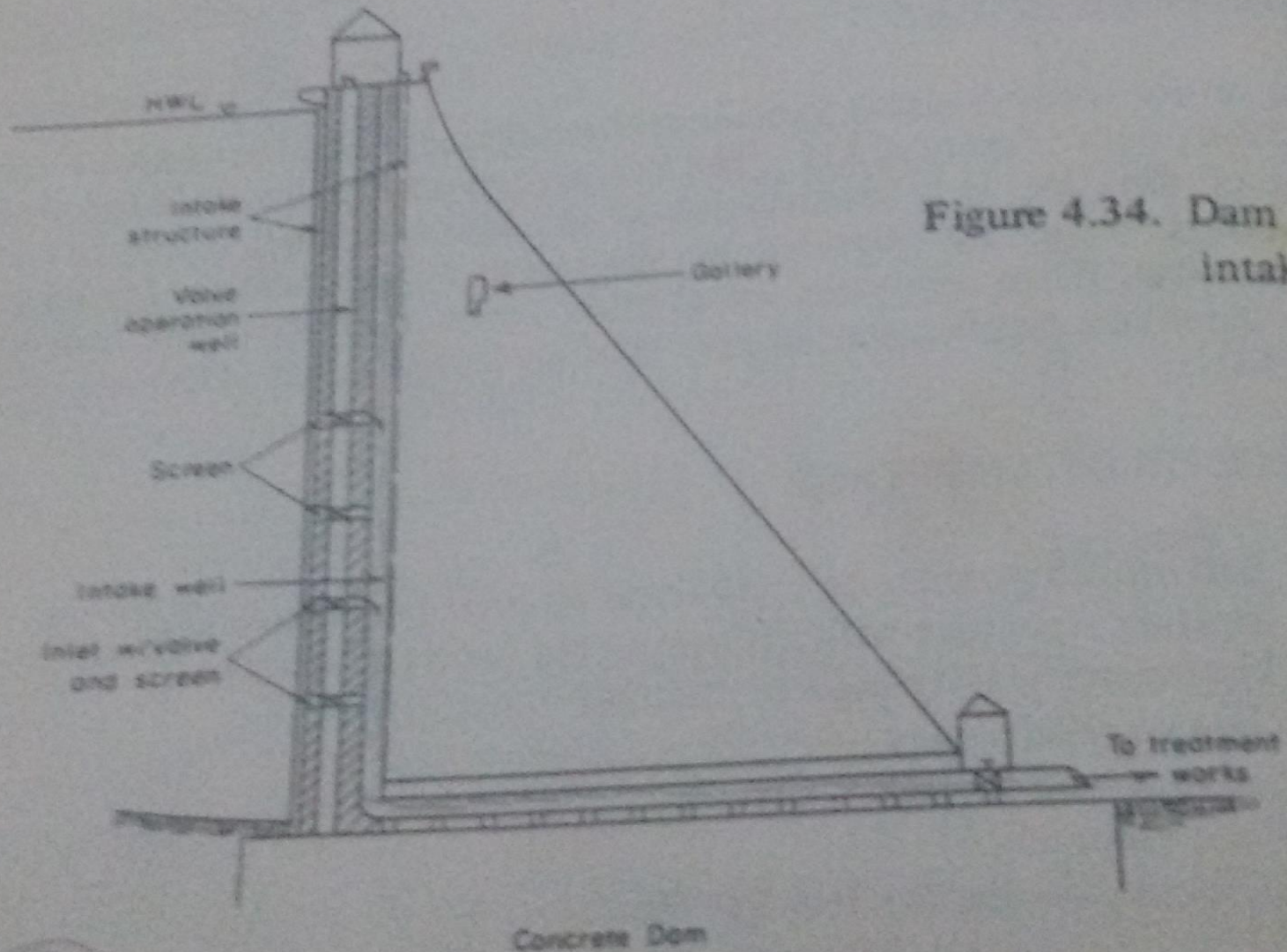


Figure 4.34. Dam with intake tower.

4.31 Elements of an intake

1. Bell mouth strainer or cylindrical strainer (Fig. 4.32).
2. Strainer structure & arrangements for its protection
3. Raw water gravity pipe or channel (Fig. 4.30)
4. Gate or sluice-valve (Fig. 4.30)
5. Suction well (intake well) (Fig. 4.30)
6. Foot valve (Fig. 4.30)
7. Suction pipe for the low lift pipe (Fig. 4.29).

Design criteria

Bell mouth strainer:

1. Velocity via the strainer hole = 0.15 – 0.30 m/s

Recommendation: near the lower limit → prevent the entry of impurities.

2. Opening of the hole = 6-12 mm diameter
3. The gross area of the strainers = 2 x the effective area (=the total area of the holes).

Cylindrical strainer

- = bell mouth strainer
- Should be used once there is a high head of water above the strainer.
- If it does not have holes at the top → should be 0.6-1 m below the lowest water level
- If has → should be > 1 m below the lowest water level

Raw water gravity pipe

1. To prevent sedimentation & erosion → velocity should be 0.6-1.5 m/s.
2. The pipe is sized such that:
the velocity at the LWL > 0.6 m/s
At the HWL < 1.5 m/s
→ knowing the head & velocity → diameter can be selected properly.

Suction well (intake well)

1. At least 2 wells → maintenance factors
2. Detention times at least 20 min, or the well must be large enough to enter for cleaning.
3. The bottom of the well at least 1m below the river bed or 1.52 m below the LWL.
4. The height of the foot valve above the bottom of the well should not < 0.6 m
5. Should be water tight & constructed of durable material i.e. reinforced concrete

Wall thickness ≥ 20 cm.

6. Heavy enough to withstand the uplift pressure

Suction pipe of low lift pump

- The velocity in the pipe should be 1m/s – 1.5 m/s
- The difference in height between the LWL and the center of the pump should be not more than 3.7 m
- Once the level of the pump $>$ LWL \rightarrow the suction distance should be $<$ 4 m.
- A pump located below the LWL with a flooded suction line is preferable \rightarrow economically

Backwashing pipe for cleaning foot valve & strainer

1. Velocity in the pipe should not be < 3 m/s.
2. Treated water should be used
3. The quantity of backwash water = $1/3$ flow in the suction pipe.

Example 4.8

- Design the suction pipe & backwashing pipe for a flow = 3,790 L/min

Solution for Ex. 4.8

Suction pipe

- Assume the velocity of water through the suction pipe = 1.5 m/s.
- $A_{\text{cross}} = Q/V = 3,790 \text{ L} \times 1,000 \text{ L/m}^3 / \text{min} / (1.5 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min}) = 0.042 \text{ m}^2$
- $D = (4A/\pi)^{1/2} = (4 \times 0.042 \text{ m}^2 / \pi)^{1/2} = 0.23 \text{ m} = 230 \text{ mm} \rightarrow 250 \text{ mm}$

Backwashing pipe

- Q for bw = $1/3 Q = 1/3 \times 3,790 \text{ L/min} = 1,263.33 \text{ L/min}$
- Assume the velocity of water in the bw pipe = 3.05 m/s
- $A_{\text{cross}} = Q/V = 1,263.33 \text{ L} \times 1,000 \text{ L/m}^3 / \text{min} / (3.05 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min}) = 0.007 \text{ m}^2$
- $D = (4A/\pi)^{1/2} = (4 \times 0.007 \text{ m}^2 / \pi)^{1/2} = 0.094 \text{ m} = 94 \text{ mm} \rightarrow 100 \text{ mm}$

Example 4.9

- Design a strainer for a flow = 3,790 L/min

Solution for Ex. 4.9

- Assume the velocity through the strainer = 0.15 m/s
- $Q = AV$; A = effective area, V = velocity of water
- $A = Q/V = 3,790 \text{ L} \times 1,000\text{L}/\text{m}^3/\text{min} / (0.15 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min}) = 0.42 \text{ m}^2$
- Gross area = $2A = 2 \times 0.42 \text{ m}^2 = 0.84 \text{ m}^2$

- For the bellmouth strainer:

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = (4 \times 0.89 \text{ m}^2 / \pi)^{1/2} = 1.034 \text{ m} = 1034 \text{ mm} \rightarrow 1100 \text{ mm}$$

- For the cylindrical strainer without holes on the top and assuming a height of 0.61 m:
- Perimeter = Gross area/h = $0.89 \text{ m}^2 / 0.61 \text{ m} = 1.312 \text{ m}$
- $D = \text{Perimeter} / \pi = 1.312 \text{ m} / 3.14 = 0.42 \text{ m}$

Example 4.10

Design a suction well (intake well) for a flow = 3,790 L/min if the HWL = 9 m and the LWL = 4.27 m above the river bed. Ground level = 9.76 m above the river bed.

Solution for Ex. 4.10

- Assume the detention time, $t_d = 20$ min
- Vol of well = $Q \times t_d = 3,790 \text{ L/min} \times 20 \text{ min} = 75,800 \text{ L}$
- Choose 2 wells \rightarrow O & M
- Vol of each = $75,800 \text{ L} / 1,000 \text{ L/m}^3 / 2 = 37.9 \text{ m}^3$

The bottom of well will be located 1.5 m below the
LWL

Effective depth of well = $(9 - (4.27 - 1.5)) \text{ m} = 6.23 \text{ m}$

- Assume a free board = 0.61 m
- → total depth of well, $h = 6.23 \text{ m} + 0.61 \text{ m} = 6.84 \text{ m}$
- → $A_s = \text{Vol}/h = 37.9 \text{ m}^3 / 6.84 \text{ m} = 5.54 \text{ m}^2$
- Using a circular well, $d = (4A/\pi)^{1/2} = (4 \times 5.54 \text{ m}^2 / \pi)^{1/2} = 2.66 \text{ m} = 2660 \text{ mm} \rightarrow 2700 \text{ mm}$

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

PBPAB (domestik)

Kualitas effluent

- Primary treatment
- Secondary treatment
- Tertiary treatment

Proses Pengolahan

- Fisik
- Kimia
- Biologis

Tujuan pengolahan

- Effluent (hasil pengolahan) yang memenuhi syarat
- Standard tergantung kemana effluent tsb akan dibuang
- Tapi secara umum:
 - $BOD \leq 30$ ppm
 - $COD \leq 50$ ppm
 - $SS \leq 80$ ppm
 - Bakteri $\leq 2000/100$ ml gol fecal coli MPN

Air buangan RT

- Semua buangan cair yang dihasilkan oleh RT:

| sumber | kandungan |
|-------------|----------------------------------|
| WC | Zat organik, bakteri, garam |
| Kamar mandi | sabun |
| dapur | Zat organik, lemak, garam |
| Kamar cuci | Zat organik, lemak, sabun, garam |

Komponen buangan RT

| Komponen | parameter |
|-------------------------------|----------------|
| Zat organik, larut & suspensi | BOD/COD |
| Minyak, lemak | minyak |
| garam | Garam terlarut |
| nutrien | N & P |
| bakteri | Fecal coli |

BOD

- ± 50.000 mg BOD/org/hari

BOD

| BOD | Kadar (mg/L) |
|--------|--------------|
| Kuat | ≥ 300 |
| Sedang | 200-300 |
| Lemah | ≤ 200 |

BOD vs konsumsi air

- $$BOD = \frac{50.000 \text{ mg}}{L \text{ pemakaian air} \times C}$$

- Pemakaian air = 200-300 L/org/hari
- C (yg masuk) = 80%
- $0.8 (200-300) = 160-240 \text{ L/org/hari}$

BOD vs konsumsi air

| Air buangan (L/orang/hari) | BOD (mg/L) |
|----------------------------|------------|
| 80 | |
| 160 | |
| 240 | |



Yang dibutuhkan dalam perencanaan

Setelah diolah: $BOD \leq 30$ ppm

Spy dpt diterima oleh badan air penerima

Fluktuasi (termasuk aliran & konsentrasi)

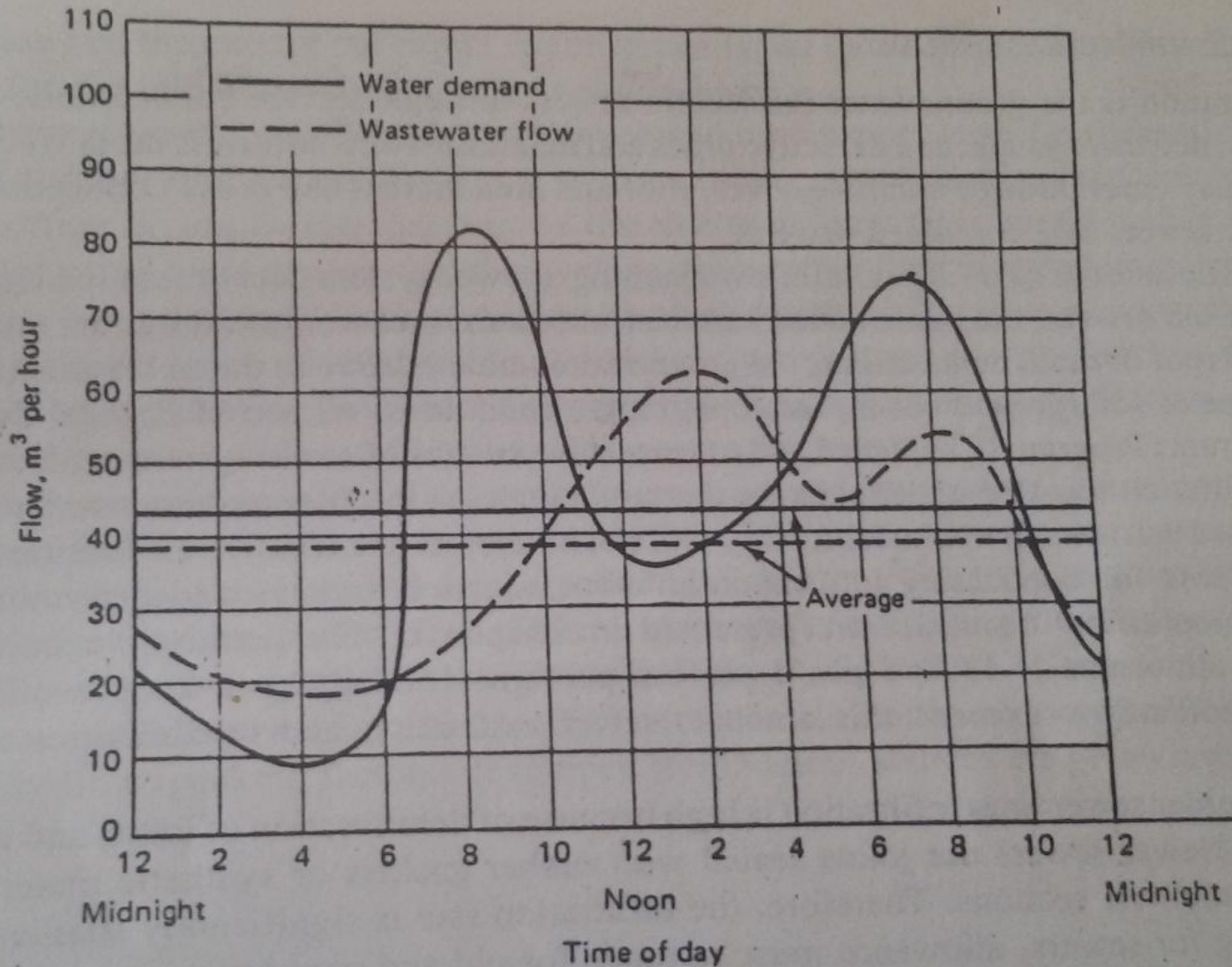


Figure 3-1 Typical Variation in Municipal Water Demand and Wastewater Flow.

Fluktuasi (termasuk aliran & konsentrasi)

- Fluktuasi waste lebih lambat daripada fluktuasi pemakaian air
- Semakin besar komunitas, semakin kecil fluktuasi
- $Q_{\max}/Q_{\text{av}} = 1.5-3$
- $Q_{\max}/Q_{\min} = 3-5$

Fluktuasi

BOD:

- Pagi tinggi - □ pencucian banyak
- Siang rendah - □ pencucian sedikit

Yg hrs diperhatikan utk disain

- Komposisi
 - Konsentrasi
 - Aliran & fluktuasi
 - Perbandingan Q_{max}/av
- Dengan memperhatikan hal tsb di atas, dapat dicari sistem pengolahan yg cocok.

Pengolahan lengkap (primer, sekunder, tersier)

I. Primary treatment (fisik)

- Trunk sewer
- Bar screen
- Lift station
- Pompa
- Communitor
- Grit chamber
- Alat ukur
- prasedimentasi

Lift station

- Bangunan untuk menaikkan air buangan
- Pompa:
 - Submersible wet well
 - Centrifugal dry well

communitor

- Terdiri dari silinder utk memotong tinja/memecah kotoran menjadi kecil2 menjadi suspended solid
- Tinja diolah/dipecahkan oleh communitor krn utk menunggu tinja mengendap memerlukan waktu lama
- Tinja SS SS in organik GC
 - SS organik prasedimentasi

Grit chamber (GC)

- Memisahkan pasir diameter ≥ 0.2 mm
- mengendapkan suspended solid in organik

Alat ukur

- Untuk mengatur debit/kecepatan

prasedimentasi

- Pengendapan SS organik menjadi lumpur organik

V horizontal di GC

- $V = 1 \text{ fps} = \dots \text{ cm/det}$
- Akan terjadi pemisahan antara SS organik dan inorganik
- Grit mengendap sempurna, SS organik tidak
- Grit: 3-7 hari dikeluarkan
- Jika mengandung SS organik □ bau busuk
- Jika grit masuk ke prased □ membebani □ grit tdk bs diuraikan spt SS organik □ proses pengolahan menjadi tidak efisien

PRIMARY TREATMENT

- Benda2 kasar - □ preliminary treatment
- Kain, kayu, plastik, kertas dll
- Grit
- Lumpur □ organik, berasal dari pengendapan SS organik
- *Effluent*: 50 % SS, 25% BOD
- Lemak

- Kualitas dari *primary treatment* secara fisis membaik, krn effluent sdh bebas dari benda kasar, grit dan sebagian besar SS.
- Tp masih banyak mengandung zat organik, nutrien dan bakteri

SECONDARY TREATMENT

- Biologis
- Menurunkan zat organik: BOD, COD
- *Effluent*:
 - BOD & COD rendah dan memenuhi standard
 - Minyak rendah
 - Garam tidak ada perubahan
 - Bakteri dan nutrien masih tinggi

- Proses biologi, zat organik diuraikan:
- $(\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Tanpa O_2 :
- $\text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{NH}_4$
- Total garam terlarut: 300-500 mg/L

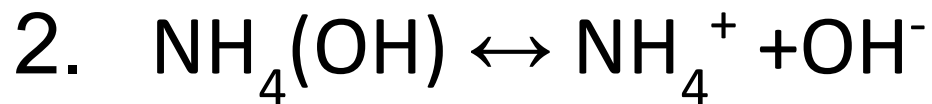
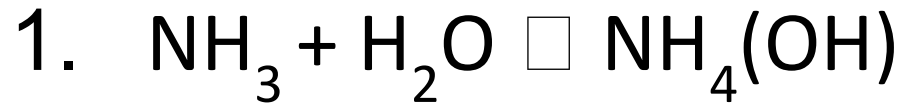
TERTIARY TREATMENT

- Menurunkan nutrien dan bakteri
- Proses: biologis, kimia
- Effluen:
 - BOD & COD rendah
 - Nutrien dan bakteri rendah
- memenuhi persyaratan

Proses biologis

- Penguraian nutrien/protein
- C-COOH
- $-\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 \dots\dots$

Proses kimia



Jika $\text{pH} \leq 8$ ke kanan

$\text{pH} > 8.5$ ke kiri

menjadi $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ utk $\text{pH} > 10$



- $\text{NH}_4(\text{OH}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 \square \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- $\text{PH} > 10 \square$
- $\text{PO}_4^{3-} + \text{Ca}^{2+} - \square \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Stripping

Stripping dilakukan dg menaikkan pH □ tower

Proses □ fisik

BPC (*break point chlorination*)

- $\text{NH}_3 + \text{Cl}_2 \square \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{Cl}_2 \square \text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{NHCl}_2 + \text{Cl}_2 \square \text{NCl}_3 \square \text{N}_2 + 2 \text{HCl}$

Lumpur

- 3 macam lumpur
 1. *primary sludge*
 2. *secondary sludge*
 3. *tertiary sludge*
- *sludge treatment* *sludge digester*

Alat pengolahan lengkap

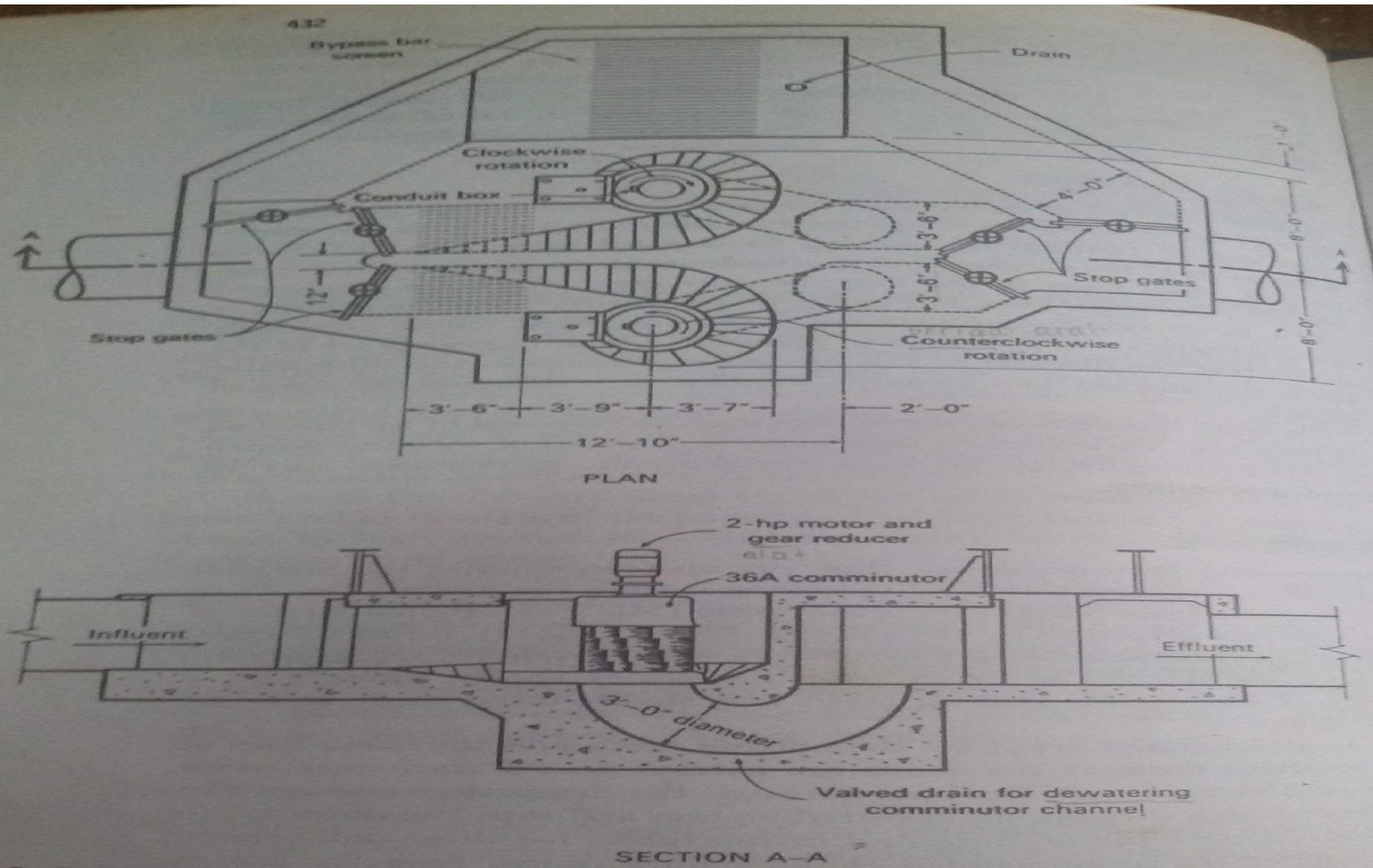
- *Lift station: bar rack*
- *Communitor*
- *Grit chamber*
- Prasedimentasi
- Aerator
- reaktor
- Clarifier
- (ammonia) *stripping tower/ni-deni*
- *Sludge digester*
- *Chlorinator*

- *Communitor* yang diletakkan sebelum *sump well* □ sulit pengoperasiannya.
- *Grit chamber* yang diletakkan setelah pompa □ grit terangkat □ pompa cepat aus □ digunakan pompa yg tahan aus.
- Spy tdk dicapai kedalaman yg terlalu besar □ dipasang bbrp *Lift Station (LS)*

COMMUNITOR

- dari LS semua zat organik dan grit terangkat
- Fungsi: menghancurkan zat padat
 - tersuspensi (fisik)
- Zat padat (kasar) mengapung □ Communitor
 - zat padat (halus) tersuspensi

COMMUNITOR



1-5 Plan and cross-sectional views of a comminutor installation [from Chicago Pump Co.]

Grit chamber

- Fungsi: mengambil *grit*
- *Grit* adalah benda kasar an organik yg tdr dari:
 - Pasir kasar
 - Halus
 - Sangat halusTercampur juga dengan kulit telur, tulang, sisa makanan
- *Grit*: benda2 padat dg BJ>

Hasil/keluaran dari communitor

| grit | Z organik tersuspensi |
|--------------------------|-----------------------|
| <i>Non biodegradable</i> | <i>biodegradable</i> |
| BJ> = 1.5 -2 | BJ< = 1.03 |

GC

- *Grit yang non biodegradable* hrs dipisahkan dari zat organik pd GC.
- □ pemisahan dilakukan dengan pemanfaatan perbedaan BJ
- $V = ???$ Spy grit mengendap dan zat organik lolos

Ut

- Kec mengendap grit
- $Ut = kd^2$
 - d = diameter grit
 - k = koefisien, tgt dari:
 - BJ
 - Gravitasi
 - Viskositas cairan

grit

- Halus $\square d = 0.2 \text{ mm}$
- Kasar
- \square yg hrs dipisahkan $\square d \geq 0.2 \text{ mm}$
- Kasar $\square d = 0.25 \text{ mm}$ $\square U_t = 3.7 \text{ fpm} = 1.88 \text{ cm/det}$
- \square pemisahan grit : $U_t \geq 3.7 \text{ fpm}$

V horizontal

- Jk $V < v_c$ z organik akan ikut mengendap
- Jk $V > v_c$ grit 0.2 mm akan terbawa *overflow*
- v_c terjadi *bottom scouring*
- $V_{scouring} = 0.75-1.25$ fps
- v_c V hrs terletak antara 0.75-1.25 fps

Kriteria:

- $V = 1$ fps = 30.48 cm/det
- V hrs konstan v_c terjadi pemisahan sempurna v_c *grit* dan zat organik terpisah
- Q variabel (berubah-ubah)

V hrs konstan = 30.48 cm/det

$Q_{av} \square V = 30.48 \text{ cm/det}$

$Q_{min} \square V_{min} < 1 \text{ fps}$

$Q_{max} \square V_{maks} > 1 \text{ fps}$

Pemecahannya:

1. Dasar *grit* tdk persegi tp dibuat dibuat trapesium
2. Harus ada pengendali aliran (*flow control section*)

Flow control section

Fungsi:

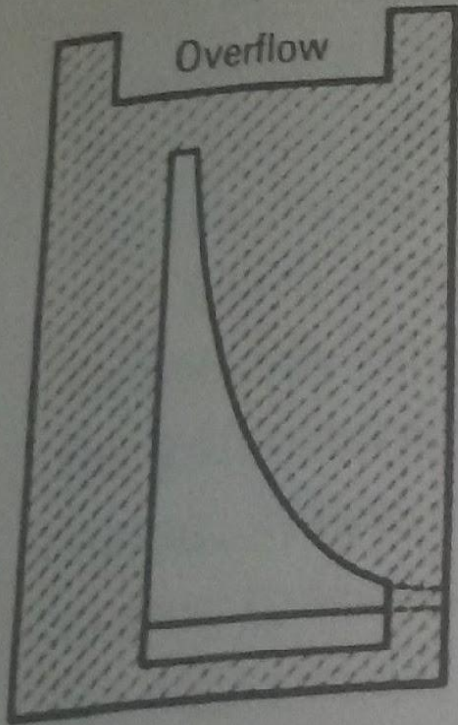
- Mengurangi kec. max dengan memperkecil *cross section*
- Mendorong V min dengan memperlebar *cross section*

weir

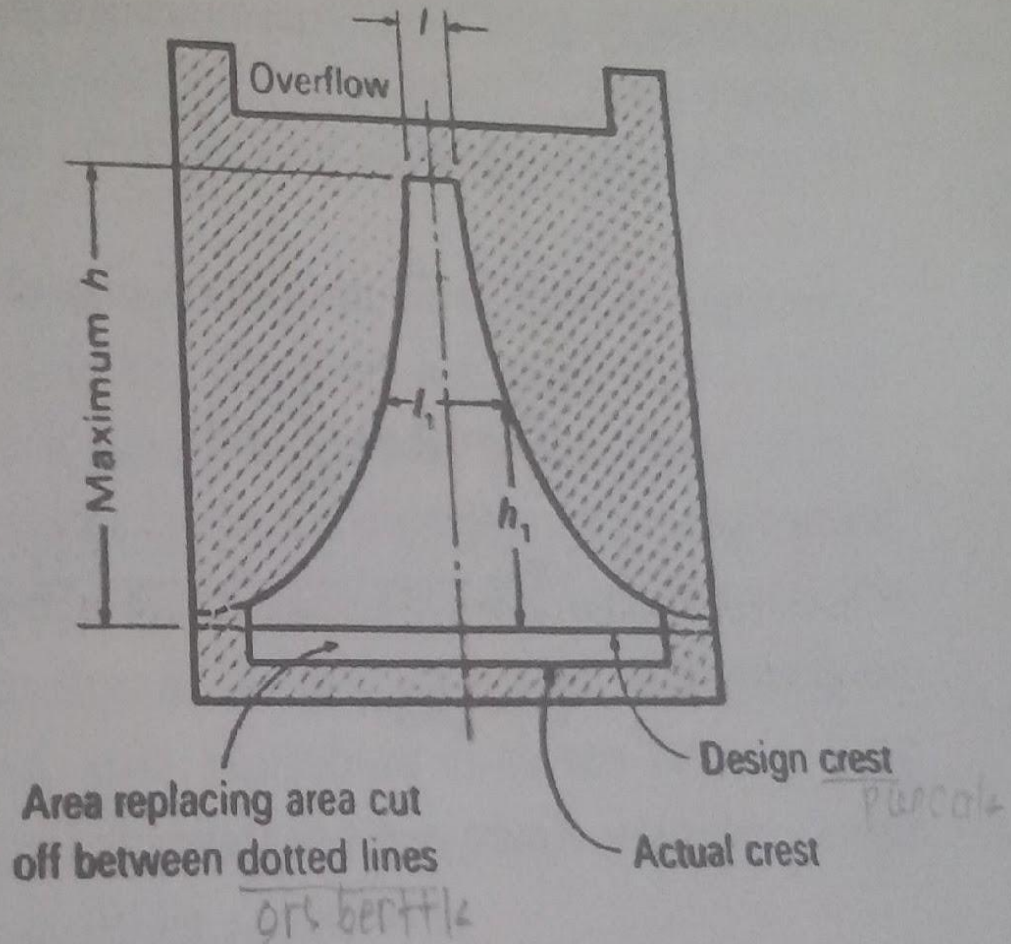
- Proportional lihat ASCE
- sutro

weirs

435



(a)



(b)

FIG. 11-6 Weirs for grit-chamber control channel. (a) Sutro and (b) proportional.

Flow measurement devices

TABLE 10-2 Types of Flow Measurement Devices Available for Determining Liquid Discharges

| Flow Measurement Devices | Principle of Flow Measurement |
|--|---|
| <i>1. For pressure pipes</i> | |
| a. Venturi meter ^a | The differential pressure is measured |
| b. Flow nozzle meter ^a | The differential pressure is measured |
| c. Orifice meter ^a | The differential pressure is measured |
| d. Pitot tube | The differential pressure is measured |
| e. Electromagnetic meter ^a | Magnetic field is induced and voltage is measured |
| f. Rotameter | The rise of float in a tapered tube is measured |
| g. Turbine meter ^a | Uses a velocity driven rotational element (turbine, vane, wheel) |
| h. Acoustic meter ^a | The sound waves are used to measure the velocity and liquid level |
| i. Elbow meter | The differential pressure is measured around a bend |
| <i>2. For open channels</i> | |
| a. Flumes (Parshall, Palmer-Bowlus) ^a | Critical depth is measured at the flume |
| b. Weirs ^a | Head is measured over a barrier (weir) |
| c. Current meter | Rotational element is used to measure velocity |
| d. Pitot tube | The differential pressure is measured |
| e. Depth measurement ^a | Float is used to obtain the depth of flow |
| f. Acoustic meter ^a | Uses sound waves to measure velocity and depth |

Flow measurement devices

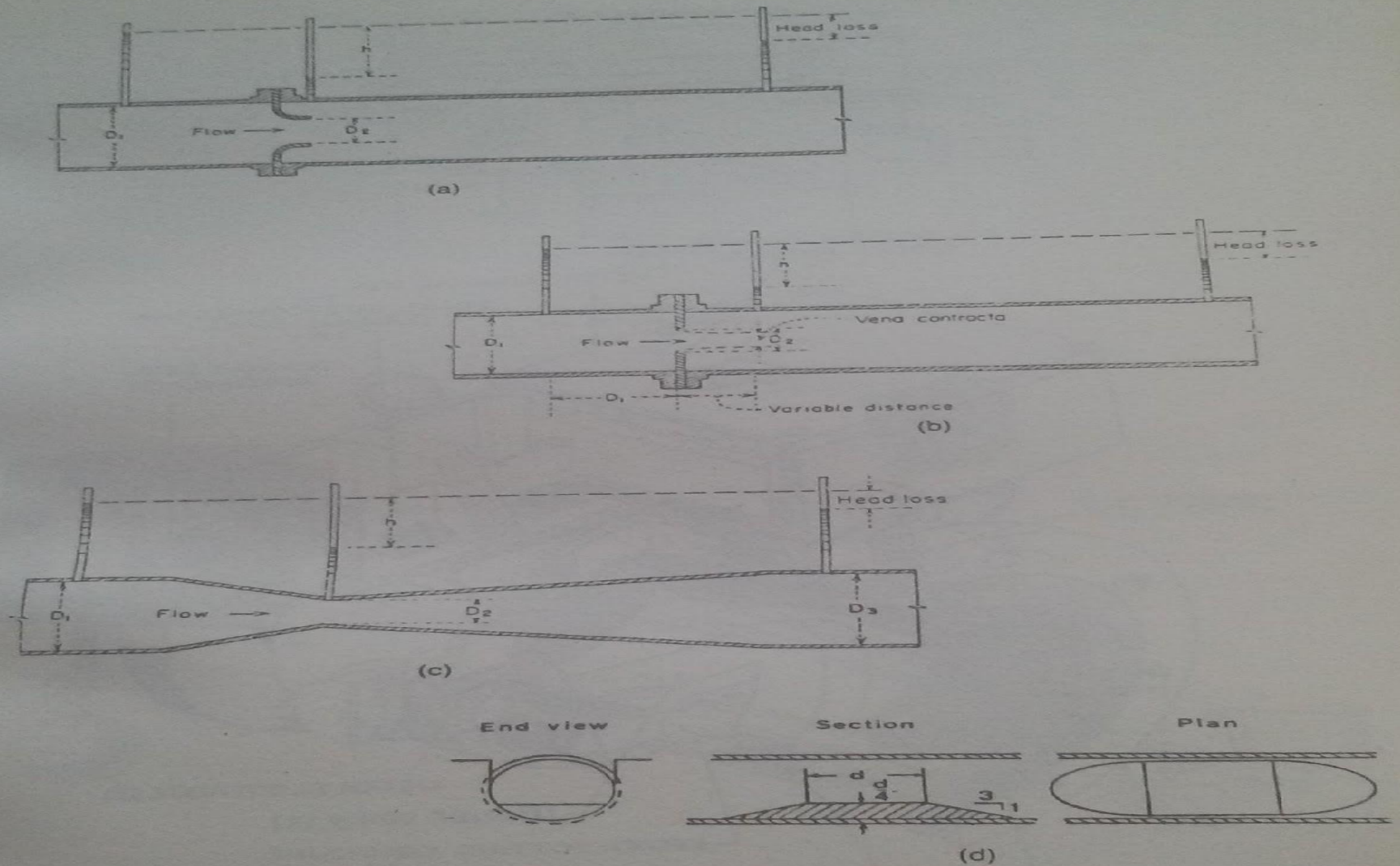


Figure 10-1 Various Flow Measuring Devices Applicable to Pressure Pipes and Open Channels. (a) Flow nozzle. (b) Orifice meter. (c) Venturi meter. (d) Palmer-Bowlus flume. [From Refs. 2 and 3]

Flow measurement devices

TABLE 10-3 Evaluation of Various Types of Devices Commonly Used for Wastewater Flow Measurement

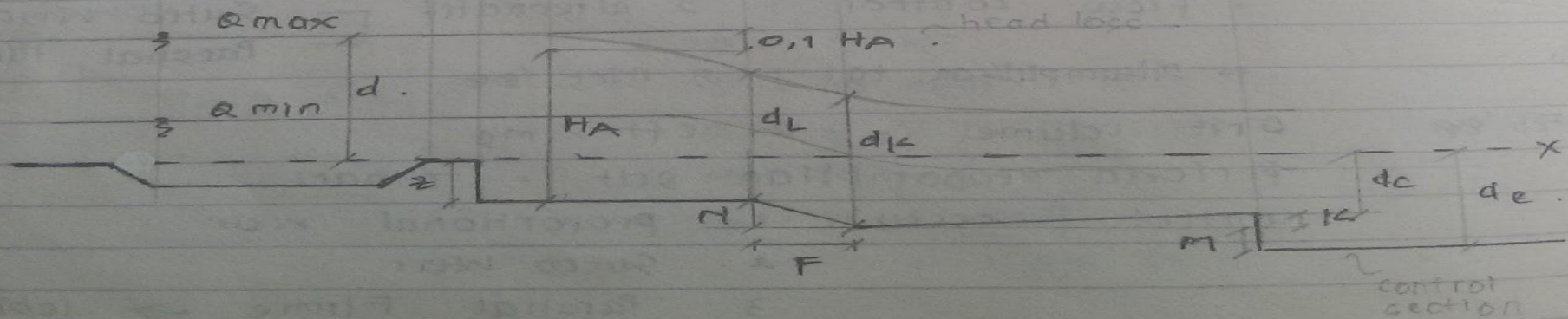
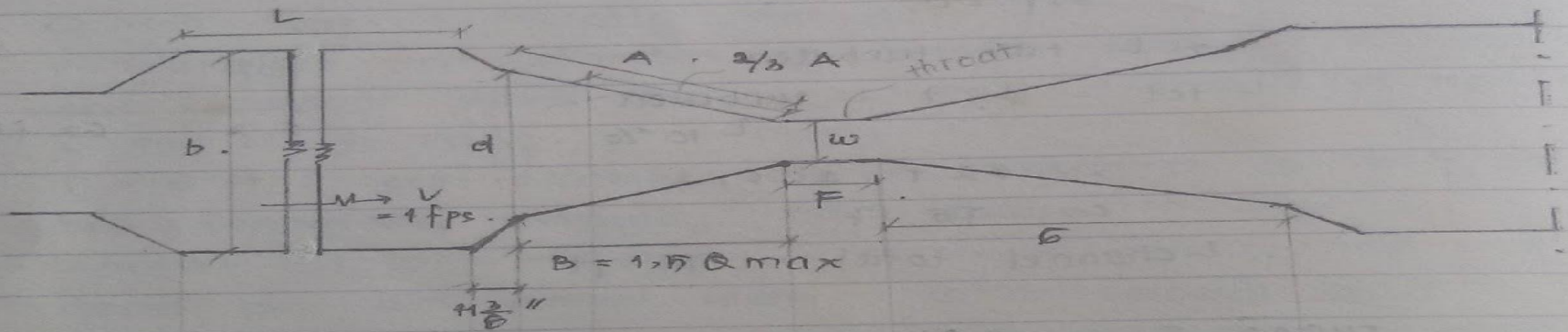
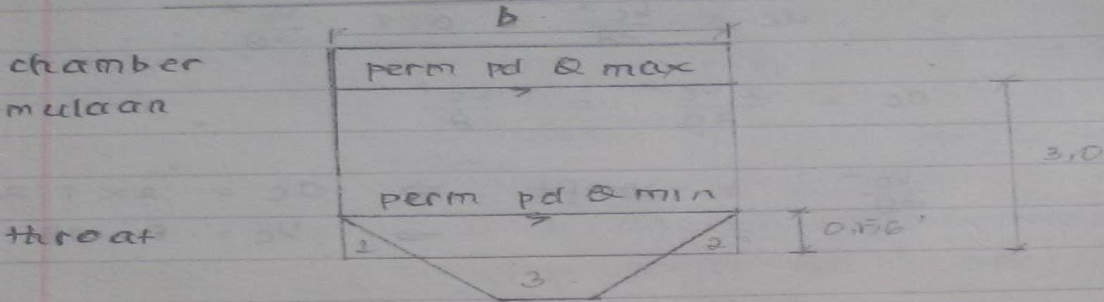
| | Application | | Flow Range and Accuracy | | Effect of Solids in Wastewater | Head Loss | Power Requirement | Simplicity and Reliability | Un-attended Operation | Maintenance Requirement | Ease of Calibration | Portability | | Application |
|-----------------------|---------------|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------|-------------|---|
| | Pressure Flow | Open Channel | Range | Accuracy, Max. Flow % | | | | | | | | Cost | Portability | |
| Venturi meter | Y | N | 10 : 1 | ±0.5 | H* | L | L | G | G | M | G | H | N | Force main, wastewater |
| Flow nozzle meter | Y | N | 5 : 1 | ±0.5 | H | M | L | G | G | L | G | M | N | Force main, wastewater |
| Orifice meter | Y | N | 5 : 1 | ±0.5 | H | H | L | G | G | H | G | L | Y | Force main, wastewater |
| Electromagnetic meter | Y | N | 20 : 1 | ±1.0 | S | L | M | F | G | M | G | H | N | Force main, wastewater, sludge |
| Turbine meter | Y | N | 15 : 1 | ±0.5 | H | M | L | F | G | H | G | H | N | Force main, wastewater |
| Acoustic meter | Y | Y | 20 : 1 | ±0.5 | M | L | M | F | G | M | G | H | N | Force main, channel, wastewater, sludge |
| Parshall flume | N | Y | 20 : 1 | ±5 | S | L | L | G | G | L | G | M | Y | Channel, wastewater, sludge |
| Palmer-Bowlus flume | N | Y | 20 : 1 | ±5 | S | L | L | G | G | L | G | L | Y | Interceptor, manhole, channel, wastewater, sludge |
| Weirs | N | Y | 20 : 1 | ±5 | H | H | L | G | G | M | G | L | Y | Manhole, treatment unit, wastewater |
| Depth measurement | N | Y | 10 : 1 | ±50 | M | L | L | G | M | L | P | L | Y | Interceptor, wastewater, sludge |
| Open flow nozzle | N | Y | 20 : 1 | ±1 | S | H | L | G | G | M | F | L | Y | Outfall, discharge point, wastewater, sludge |

*Effect of solids is substantially smaller if solids bearing, or continuous flushing type, Venturi meter is used.
 F = fair, G = good, H = high, L = low, M = medium, N = no, P = poor, S = slight, Y = yes.

Source: Adapted in part from Ref. 1.

Parshal Flume

Parshal Flume → Babbitt & Baumann hal 426 - 427



Overflow rate = surface loading

- Kriteria *surface loading* jg hrs ditentukan, selain V.
- Tergantung pd:
 - $d_{min} = 0.2 \text{ mm}$
 - $BJ = 1.5 - 2$
- \square *overflow rate* = 56000 gpd/sq ft
- = 0.027 m/det \square V up

Overflow rate

- *Overflow rate* = Q/A_s
- $A_s = Q/\text{overflow rate} = T L$
- $L = A/T$

Penentuan L yg lebih rasional

- $t_d = H_{max}/U_t = H_{max}/3.7 \text{ fpm} = \dots \text{mnt}$
- $L = t_d V$
- $L_{tot} = L + \text{daerah } allowance$
- - spy berjalan sempurna

PR

- Metcalf hal 437

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Flow Equalization

Tchobanoglous G, et al, 2014

Flow Equalization

A method used:

- to overcome the operational problems caused by flowrate variations
- To improve the performance of the downstream processes
- To reduce the size & cost of downstream treatment facilities

Description

Flow Equalization:

- The damping of flowrate variations to achieve a constant or nearly constant flowrate
- Can be applied in a number of different situations
- Depending on the characteristics of the collection system.

The principal applications

Are for the equalization of:

- 1) Dry-weather flows to reduce peak flows & loads
- 2) Wet-weather flows in sanitary collection systems experiencing inflow & infiltration, or
- 3) Combined stormwater & sanitary system flows.

Application in w/w treatment

- 1) In-line equalization
- 2) Off-line equalization

Fig. 5-10.

Fig 5-10

334

Chapter 5 Physical Unit Operations

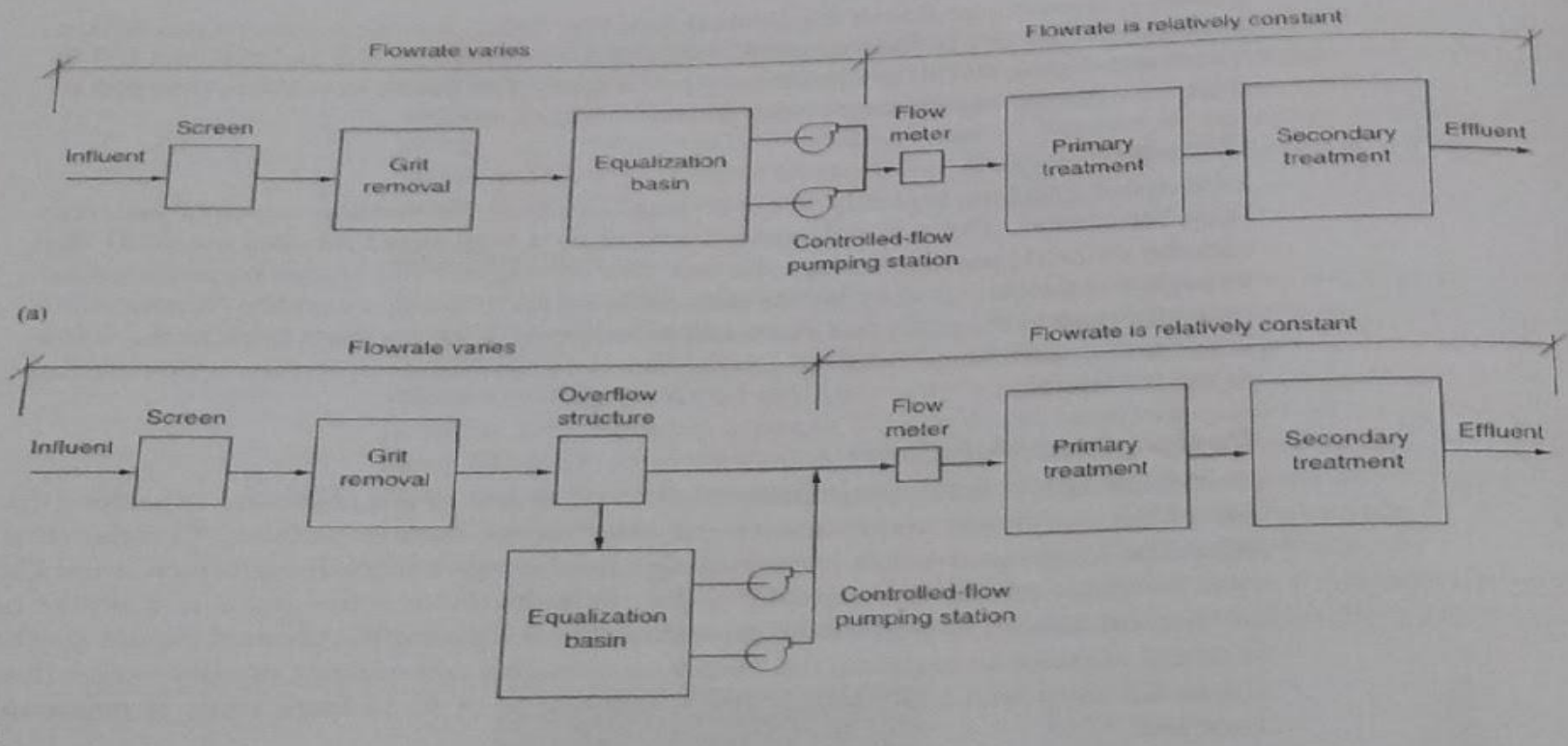


Figure 5-10

Typical wastewater-treatment plant flow diagram incorporating flow equalization: (a) in-line equalization and (b) off-line equalization. Flow equalization can be applied after grit removal, after primary sedimentation, and after secondary treatment where advanced treatment is used.

1) In-line equalization

- ❑ All of the flow passes through the equalization basin
- ❑ to achieve a considerable amount of constituent concentration & flowrate damping

2) Off-line equalization

- Only the flow above some predetermined flow limit is diverted into the equalization basin.
- Although pumping requirements are minimized, the amount of constituent concentration damping is considerably reduced.
- Sometimes used to capture the “first flush” from combined collection systems.

Principal benefits

- 1) Biological treatment is enhanced
 - shock loadings are eliminated/minimized
 - inhibiting substances can be diluted
 - pH can be stabilized
- 2) The effluent quality & thickening performance of secondary sedimentation tanks following biological treatment is improved through improved consistency in solids loading

Principal benefits

- 3) Effluent filtration surface area requirements are reduced, filter performance is improved, and more uniform filter-backwash cycles are possible by lower hydraulic loading.
- 4) In chemical treatment, damping of mass loading improves chemical feed control & process reliability.

Principal benefits

- Improving the performance of most treatment operation & processes.
- Attractive option for upgrading the performance of overloaded treatment plants

Disadvantages

- 1) Relatively large land areas/sites are needed
- 2) Equalization facilities may have to be covered for odor control near residential areas
- 3) Additional operation & maintenance is required
- 4) Capital cost is increased

Design consideration

- Where in the treatment process flowsheet should the equalization facilities be located?
- What type of equalization flowsheet should be used, in-line or off-line?
- What is the required basin volume?
- What are the features that should be incorporated into design?
- How can the deposition of solids & potential odors be controlled?

Location of Equalization Facilities

- The best location must be determined for each system.
- The optimum location will vary with:
 - The characteristics of the collection system
 - The wastewater to be handled
 - Land requirements & availability
 - The type of treatment required
- detailed studies should be performed for several locations throughout the system.

Location of Equalization Facilities

- Adjacent to WWTP necessary to evaluate how they could be integrated into the treatment process flowsheet.
- In some cases, equalization after primary treatment and before biological treatment may be appropriate.
- Equalization after primary treatment causes fewer problems with solid deposits & scum accumulation.

Location of Equalization Facilities

- Ahead of primary settling & biological systems
- The design must provide:
 - 1) Sufficient mixing
 - to prevent solids deposition & concentration variations
 - 2) Aeration
 - to prevent odor problems

In-Line or Off-Line Equalization

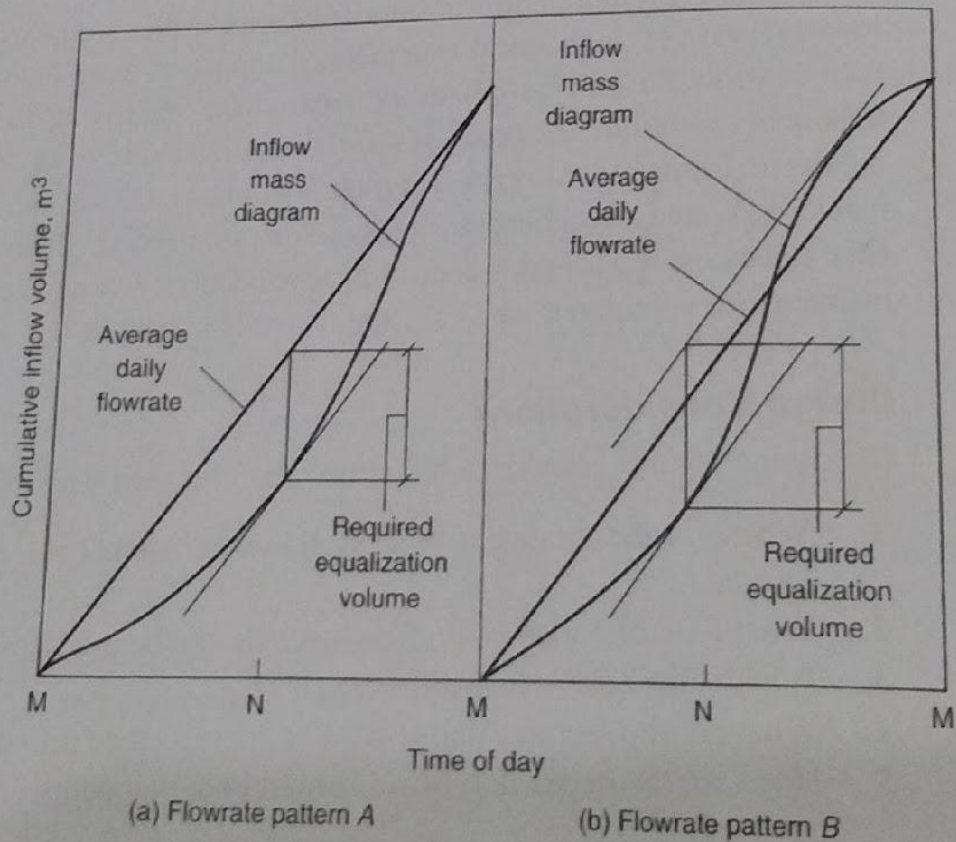
- In-Line Equalization:
 - Possibly achieve considerable damping of constituent mass loadings to the downstream processes
- Off-Line Equalization:
 - Achieve only slight damping

Volume requirements for the equalization basin

- Determined by using an inflow cumulative volume diagram
 - the cumulative inflow is plotted vs the time of the day.
- The average daily flowrate
 - plotted on the same diagram
 - = the straight line drawn from the origin to the endpoint of the diagram

Fig. 5-11

Figure 5-11
Schematic mass diagrams for the determination of the required equalization basin storage volume for two typical flowrate patterns.



To determine the required volume

- A line parallel to the coordinate axis, defined by the average daily flowrate, is drawn tangent to the mass inflow curve.
- Required volume = the vertical distance from the point of tangency to the straight line representing the average flowrate (Fig. 5-11a).

Fig 5-11b

- If the inflow mass curve goes above the line of average flowrate, the inflow mass diagram must be bounded with two lines parallel to the average flowrate line and tangent to extremities of the inflow mass diagram.
- Required vol = vertical distances between 2 lines.
- Example 5-2.

- Procedure:
 - The average hourly volume were subtracted from the volume flow occurring each hour.
 - The resulting cumulative volumes are plotted
 - The low & high points of the curve would be determined using a horizontal line.

Flow pattern A (Fig. 5-11a)

- At the low point of tangency □ storage basin is empty
- Beyond this point □ the basin begin to fill because the slope of the inflow mass diagram > average daily flowrate.
- The basin continues to fill □ until full at midnight

Flow pattern B (Fig. 5-11b)

- The basin is filled at the upper point of tangency.

Volume of equalization basin

Would be > theoretically determined:

- Continuous operation of aeration & mixing equipment will not allow complete drawdown, although special structures can be built.
- accommodate the concentrated plant recycle streams that are expected, if such flows are returned to the equalization basin
 - not recommended unless the basin is covered
 - odors problem
- Some contingency should be provided for unforeseen changes in diurnal flow.
- 10-20% theoretical value.

Example 5-2

Determination of Flowrate Equalization Volume Requirements & Effects on BOD Mass Loading

For the flowrate & BOD concentration data (derived from Fig.3-5) given in the following table, determine:

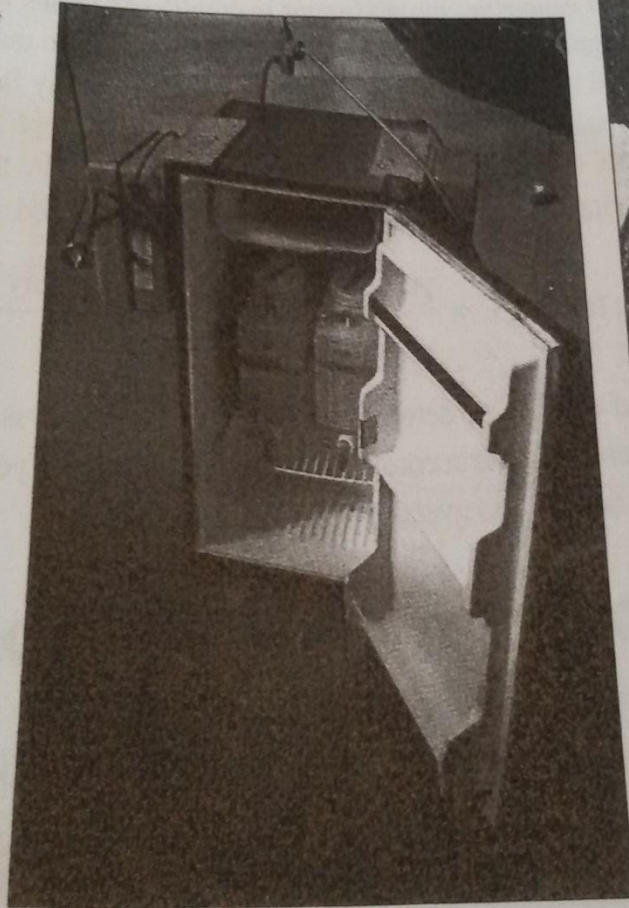
1. The in-line storage volume required to equalize the flowrate
2. The effect of flow equalization on the BOD mass loading rate.

Fig. 3-5

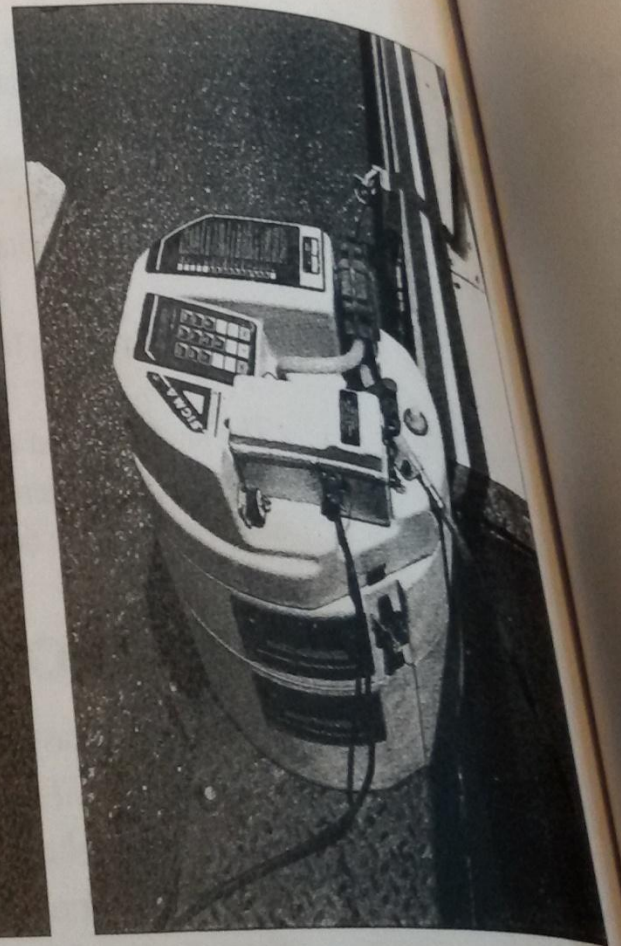
... and Selection of Wastewater Flowrates and Constituent Loadings

Figure 3-5

Samplers used to collect wastewater samples for analysis: (a) refrigerated unit used to collect daily composite samples and (b) portable sampler used to collect individual hourly samples throughout a day at different locations. The individual samples are composited to obtain flow-weighted mass loadings.



(a)



(b)

EXAMPLE 5-2 Determination of Flowrate Equalization Volume Requirements and Effects on BOD Mass Loading For the flowrate and BOD concentration data (derived from Fig. 3-5) given in the following table, determine (1) the in-line storage volume required to equalize the flowrate, and (2) the effect of flow equalization on the BOD mass loading rate.

| Time period | Given data | | Derived data | |
|-------------|--|--|--|---|
| | Average flowrate during time period, m^3/s | Average BOD concentration during time period, mg/L | Cumulative volume of flow at end of time period, m^3 | BOD mass loading during time period, kg/h |
| M-1 | 0.275 | 150 | 990 | 149 |
| 1-2 | 0.220 | 115 | 1,782 | 91 |
| 2-3 | 0.165 | 75 | 2,376 | 45 |
| 3-4 | 0.130 | 50 | 2,844 | 23 |
| 4-5 | 0.105 | 45 | 3,222 | 17 |
| 5-6 | 0.100 | 60 | 3,582 | 22 |
| 6-7 | 0.120 | 90 | 4,014 | 39 |
| 7-8 | 0.205 | 130 | 4,752 | 96 |
| 8-9 | 0.355 | 175 | 6,030 | 223 |
| 9-10 | 0.410 | 200 | 7,506 | 295 |
| 10-11 | 0.425 | 215 | 9,036 | 329 |
| 11-N | 0.430 | 220 | 10,584 | 341 |
| N-1 | 0.425 | 220 | 12,114 | 337 |
| 1-2 | 0.405 | 210 | 13,572 | 306 |
| 2-3 | 0.385 | 200 | 14,958 | 277 |
| 3-4 | 0.350 | 190 | 16,218 | 239 |
| 4-5 | 0.325 | 180 | 17,368 | 211 |
| 5-6 | 0.325 | 170 | 18,558 | 199 |
| 6-7 | 0.330 | 175 | 19,746 | 208 |
| 7-8 | 0.365 | 210 | 21,060 | 276 |
| 8-9 | 0.400 | 280 | 22,500 | 403 |
| 9-10 | 0.400 | 305 | 23,940 | 439 |
| 10-11 | 0.380 | 245 | 25,308 | 335 |
| 11-M | 0.345 | 180 | 26,550 | 224 |
| Average | 0.307 | | | 213 |

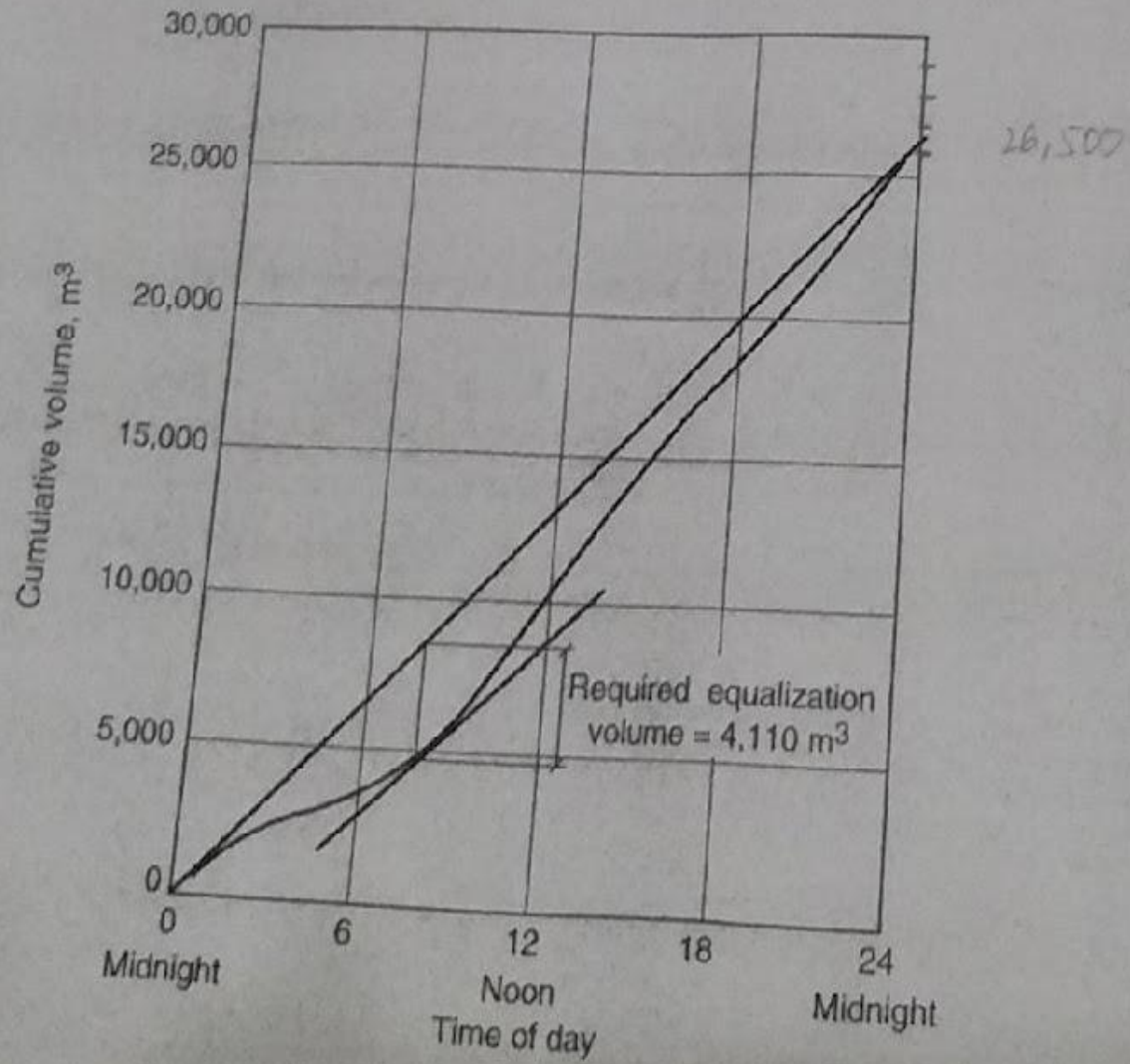
Note: $m^3/s \times 35.3147 = ft^3/s$

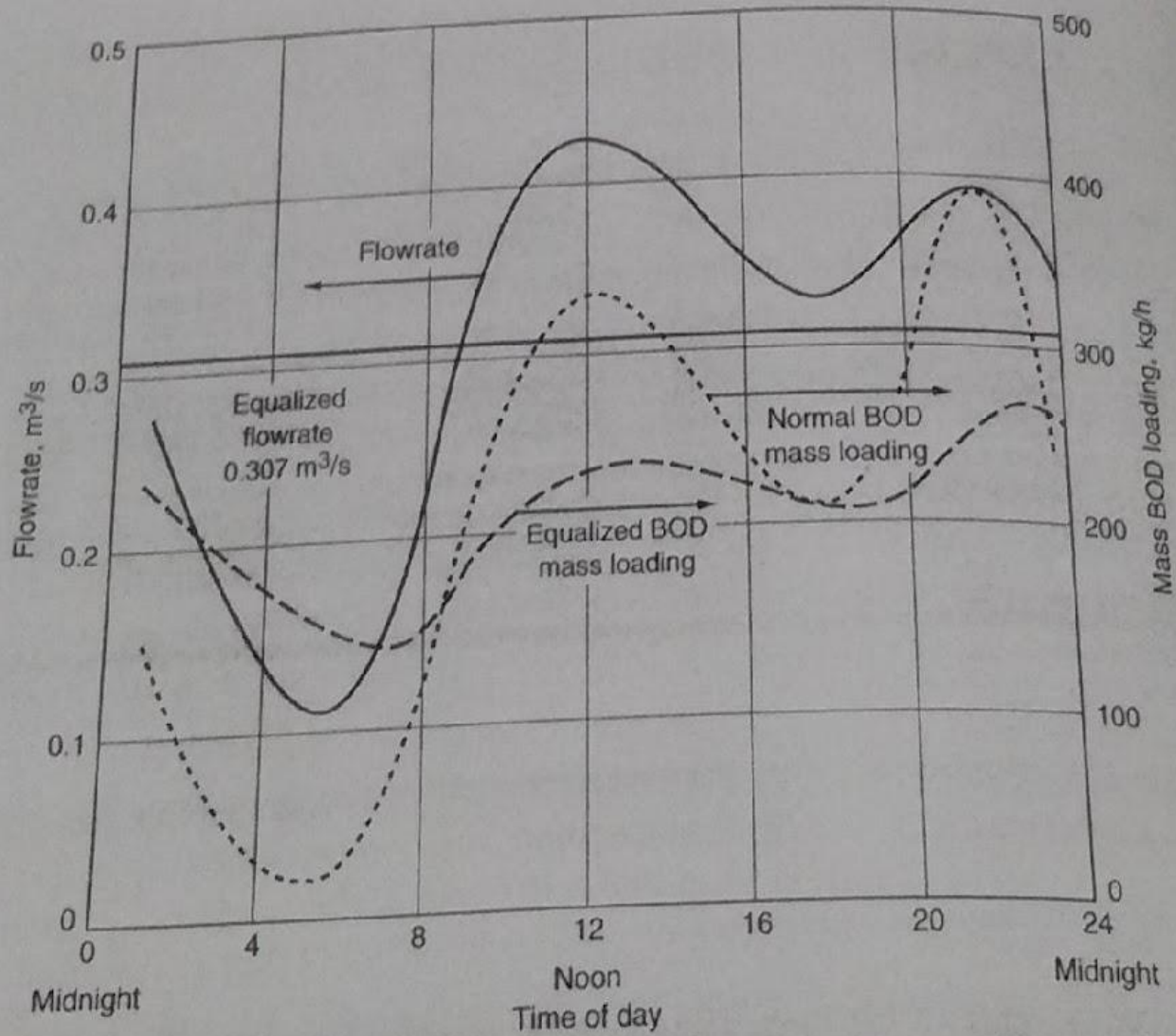
$m^3 \times 35.3147 = ft^3$

$mg/L = g/m^3$

Solution

1. Determine the volume of the basin required for the flow equalization.
 - a. The first step is to develop a cumulative volume curve of the wastewater flowrate expressed in cubic meters. The cumulative volume curve is obtained





Average concentration leaving the storage basin

$$X_{oc} = \frac{(V_{ic})(X_{ic}) + (V_{sp})(X_{sp})}{V_{ic} + V_{sp}}$$

- X_{oc} = average concentration of BOD in the outflow from the storage basin during the current time period, g/m^3 (mg/L)
- V_{ic} = volume of wastewater inflow during the current time period, m^3
- X_{ic} = average concentration of BOD in the inflow wastewater volume, g/m^3 (mg/L)
- V_{sp} = volume of wastewater on storage basin at the end of the previous time period, m^3
- X_{sp} = concentration of BOD in the storage basin at the end of the previous time period, g/m^3 (mg/L)

Volume in the storage

$$V_{sc} = V_{sp} + V_{ic} - V_{oc}$$

V_{sc} = volume in the equalization basin at the end of current time period

V_{sp} = volume in the equalization basin at the end of previous time period

V_{ic} = volume of inflow during the current time period

V_{oc} = volume of outflow during the current time period

Comment

- Once in-line equalization basins are used, additional damping of the BOD mass loading rate can be obtained by increasing the volume of the basins.
- Although the flow to a treatment plant was equalized in this example
 - flow equalization would be used
 - in location with high infiltration/inflow or peak stormwater flows.

Basin configuration & construction

Principal factors that must be considered:

1. Basin geometry
2. Basin construction including cleaning, access & safety
3. Mixing & air requirements
4. Operational appurtenances
5. Pump & pump control systems

1) Basin geometry

- The importance of basin geometry varies
- depend on in-line or off-line equalization is used

in-line equalization

- If it is used to dampen both the flow & mass loadings
- □ important to use a geometry that allows the basin to function as a continuous-flow stirred-tank reactor
- Elongated designs should be avoided
 - Elongated = unusually long in relation to its width
- Inlet & outlet configurations should be arranged to minimize short circuiting.
- Discharging the influent near the mixing equipment usually minimizes short circuiting.

- If the geometry of the basins is controlled by the available land area & elongated geometry must be used
- use multiple inlets & outlets
- Provisions should be included in the basin design for access by cleaning equipment i.e. front-end loaders.
- Multiple compartments to reduce cleaning costs & for odor control.

Basin construction

1. Earthen □ least expensive
2. Concrete
3. Steel construction

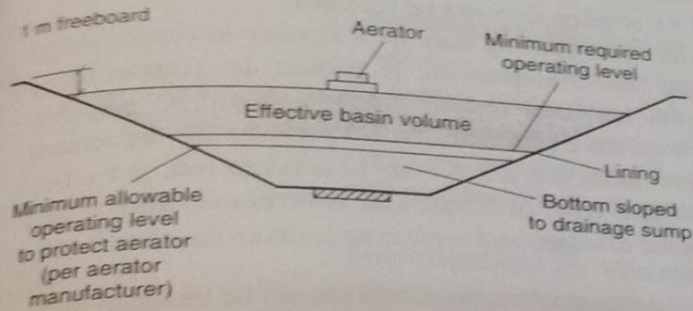
Depending on local conditions, the interior side slopes □ 3:1 – 2: 1.

Fig 5-12: a typical earthen basin

Fig. 5-12

- Liner □ prevent groundwater contamination.
- Basin depth □ vary, depend on:
 - Land availability, groundwater level, topography
- If a liner used in areas of high groundwater □ effects of hydraulic uplift on the liner must be considered.
- Free board □ depends on the surface area of the basin & local wind conditions

Fig. 5-12



(a)



(b)

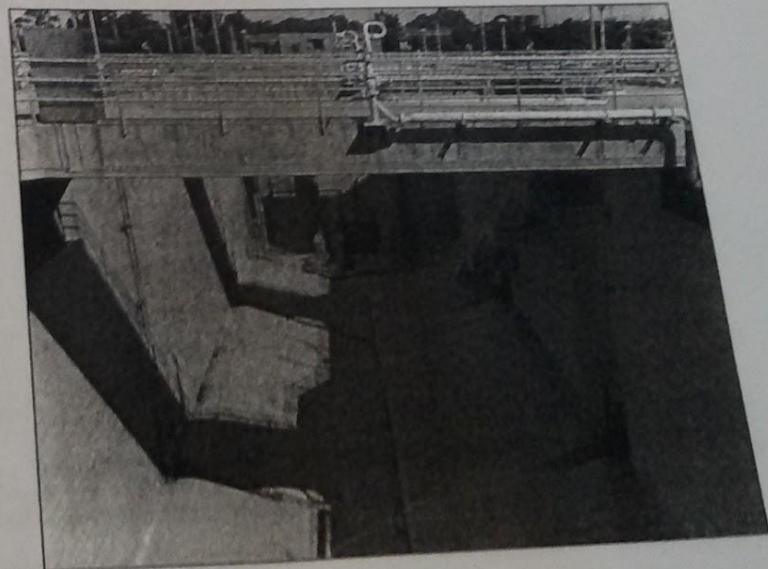


Figure 5-12

Typical open type flow equalization basins:
(a) typical section through a lined earthen basin, (b) shallow concrete basin, and (c) deep concrete basin.

Fig. 5-12

- If a floating aerator is used to provide mixing & prevent septicity & odor formation
 - minimum operating level is needed to protect the aerator
 - minimum water depth: 1.5 – 2 m (5 -6 ft).
- floating aerators □ concrete pad should be provided below the aerators to minimize erosion
- Riprap, soil cement or a partial concrete layer □ prevent wind-induced erosion in the upper portion of the basin.
- Fencing □ prevent public access to the basins.

Drainage facilities

- In areas of high groundwater prevent embankment failure
- Top of the dikes should be of adequate width further ensure a stable embankment.
- The use of an adequate dike width
 - facilitate the use of mechanical equipment for maintenance
 - reduce construction costs
- Especially once mechanical compaction equipment is used.

Mixing requirements

- For both in-line & off-line equalization basins.
- Mixing equipment should be sized
 - blend the contents of the tank
 - prevent deposition of solids in the basin.
- Grit removal □ preceding the equalization basin
 - minimize mixing requirements.
- For a medium-strength municipal wastewater (Table 3-15) □ SS = 210 mg/L:
- □ mixing requirements: 0.004 -0.008 kW/m³ (0.02 -0.04 hp/10³ gal) of storage.

Table 3-15

Table 3-15
Typical composition of untreated domestic wastewater

| Contaminants | Unit | Concentration ^a | | |
|--|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | Low strength | Medium strength | High strength |
| Solids, total (TS) | mg/L | 390 | 720 | 1230 |
| Dissolved, total (TDS) | mg/L | 270 | 500 | 860 |
| Fixed | mg/L | 160 | 300 | 520 |
| Volatile | mg/L | 110 | 210 | 400 |
| Suspended solids, total (TSS) | mg/L | 120 | 50 | 85 |
| Fixed | mg/L | 25 | 160 | 315 |
| Volatile | mg/L | 95 | 10 | 20 |
| Settleable solids | mL/L | 5 | | |
| Biochemical oxygen demand, 5-d, 20°C (BOD, 20°C) | mg/L | 110 | 190 | 350 |
| Total organic carbon (TOC) | mg/L | 80 | 140 | 260 |
| Chemical oxygen demand (COD) | mg/L | 250 | 430 | 800 |
| Nitrogen (total as N) | mg/L | 20 | 40 | 70 |
| Organic | mg/L | 8 | 15 | 25 |
| Free ammonia | mg/L | 12 | 25 | 45 |
| Nitrites | mg/L | 0 | 0 | 0 |
| Nitrates | mg/L | 0 | 7 | 12 |
| Phosphorus (total as P) | mg/L | 4 | 2 | 4 |
| Organic | mg/L | 1 | 5 | 8 |
| Inorganic | mg/L | 3 | 50 | 90 |
| Chlorides ^b | mg/L | 30 | 30 | 50 |
| Sulfate ^b | mg/L | 20 | 90 | 100 |
| Oil and grease | mg/L | 50 | | |
| Volatile organic compounds (VOCs) | µg/L | <100 | 100-400 | >400 |
| Total coliform | No./100 mL | 10 ⁴ -10 ⁸ | 10 ⁷ -10 ⁹ | 10 ⁷ -10 ¹⁰ |
| Fecal coliform | No./100 mL | 10 ³ -10 ⁵ | 10 ⁴ -10 ⁶ | 10 ⁵ -10 ⁸ |
| <i>Cryptosporidium</i> oocysts | No./100 mL | 10 ⁻¹ -10 ⁰ | 10 ⁻¹ -10 ¹ | 10 ⁻¹ -10 ² |
| <i>Giardia lamblia</i> cysts | No./100 mL | 10 ⁻¹ -10 ¹ | 10 ⁻¹ -10 ² | 10 ⁻¹ -10 ³ |

^aLow strength is based on an approximate wastewater flowrate of 750 L/capita·d (200 gal/capita·d). Medium strength is based on an approximate wastewater flowrate of 460 L/capita·d (120 gal/capita·d). High strength is based on an approximate wastewater flowrate of 240 L/capita·d (60 gal/capita·d).

^bValues should be increased by amount of constituent present in domestic water supply.

Note: mg/L = g/m³.

air requirements

- To prevent the wastewater from becoming septic & odorous.
- To maintain aerobic conditions, air should be supplied at a rate of $0.01-0.015 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{min}$ ($1.25-2.0 \text{ ft}^3/10^3 \text{ gal.min}$).
- May be required for equalization basin that follows primary sedimentation & have short detention times ($< 2 \text{ h}$).

Mechanical aerators

- Baffling □ ensure proper mixing, especially for a circular tank.
- Low-level shutoff controls □ protect the aerators in the event of excessive level drawdown.
- Equipped with legs or draft tubes
- □ once the tanks is dewatered periodically
- □ allow them to come to rest on the bottom of the basin without damage.
- Diffused air systems may be used for mixing & aeration i.e. satatic tube, jet, aspirating aerators.

Operational appurtenances

1. Facilities for flushing any solids & grease that may tend to accumulate on the basin walls
2. A high-water take off for the removal of floating material & foam
3. Water sprays to prevent the accumulation of foam on the sides of the basin & to aid in scum removal
4. Separate odor control facilities where covered equalization basins must be used
 - Solids removed from equalization basins should be returned on the head of the plant for processing

Pumps

- Are required due to flow equalization imposes an additional head requirement.
- May precede or follow equalization
- pumping into the basin is generally preferred for reliability of treatment operation.
- Pumping of both basin influent & equalized flows will be required in some cases.

pump control

- An automatic controlled flow-regulating device is required once gravity discharge from the basin is used.
- Once basin effluent pumps are used, instrumentation should be provided to control the preselected equalization rate.
- A flow-measuring device should be provided on the outlet of the basin to monitor the equalized flow.

Week 7.1

Desain Pengolahan Fisik Kimia I

TL-335

Sedimentasi

Fair, Geyer, Okun, 1968

Reynolds, T. D.

Rich, L. G.

SEDIMENTASI

Merupakan pemisahan partikel padat dari suatu suspensi dengan menggunakan gaya gravitasi dimana suspensi dipisahkan menjadi cairan yang jernih (*clarified liquid*) dan suspensi yang terkonsentrasi (*concentrated suspension*) (Fair, Geyer, Okun, 1968)

SEDIMENTASI

- Proses penyisihan partikel padat dalam suatu cairan akibat gaya gravitasi dengan cara diendapkan
- Water treatment
 - Prasedimentasi (pengendapan partikel diskrit)
 - Sedimentasi (pengendapan flokulen)
 - Pengendapan Lanjutan
 - Pengendapan hasil pengolahan proses pelunakan
 - Pengendapan pada penghilangan Besi dan mangan
- Waste water
 - Grit chamber
 - Suspended Solid Clarifier
 - Activated Sludge Clarifier
 - (proses biologi)

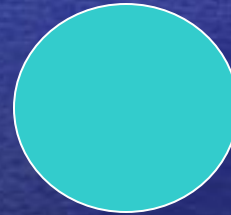


Bentuk bak sedimentasi

- Rectangular



- Circular



- Square



sedimentasi

- Atau pemisahan zat padat secara individu dengan cara pengendapan secara gravitasi
- Gambar

Clarification & thickening

Istilah penjernihan (*Clarification*) dan pemekatan (*thickening*) juga digunakan untuk menggambarkan proses ini.

Jika tujuannya untuk memperoleh cairan yang jernih, maka istilah *clarification* yang digunakan.

Jika yang dimaksud untuk memperoleh suspensi yang terkonsentrasi di bawah cairan yang jernih, maka istilah *thickening* yang digunakan.

Tujuan proses sedimentasi

Proses sedimentasi digunakan untuk menghilangkan partikel diskrit, materi flokulen, dan *precipitates* dari air yang terbentuk selama operasi pengolahan air.

Kategori sedimentasi

Proses ini dibagi menjadi 4 kategori tergantung dari konsentrasi suspensi dan kondisi/sifat (flok) partikel.

Kategori ini adalah

1. pengendapan diskrit (*discrete settling*)/kelas I,
2. pengendapan flokulen (*flocculent settling*)/kelas II,
3. zona pengendapan (*zone settling*) dan
4. pengendapan kompresi (*compression settling*)/pemadatan.

Pembagian zona tipe sedimentasi

82

UNIT OPERATIONS OF SANITARY ENGINEERING

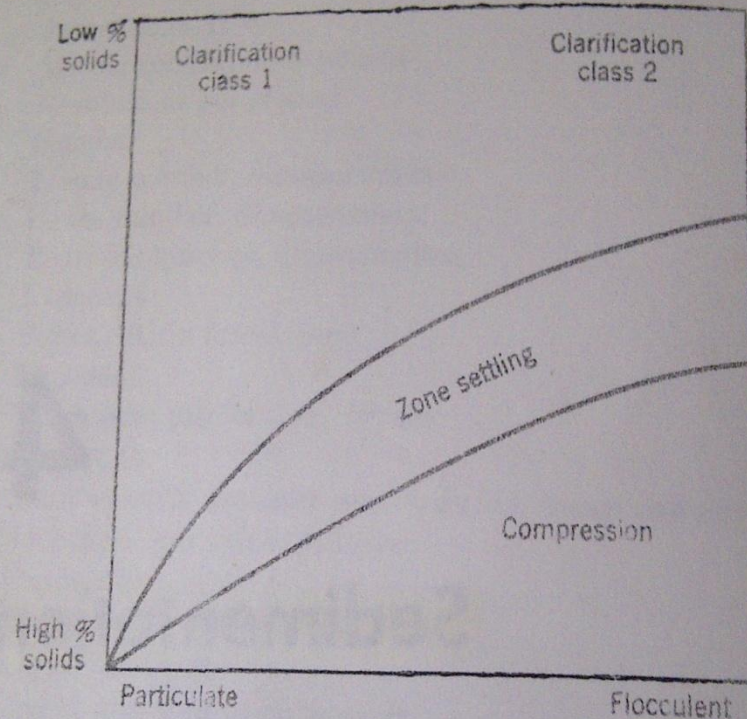
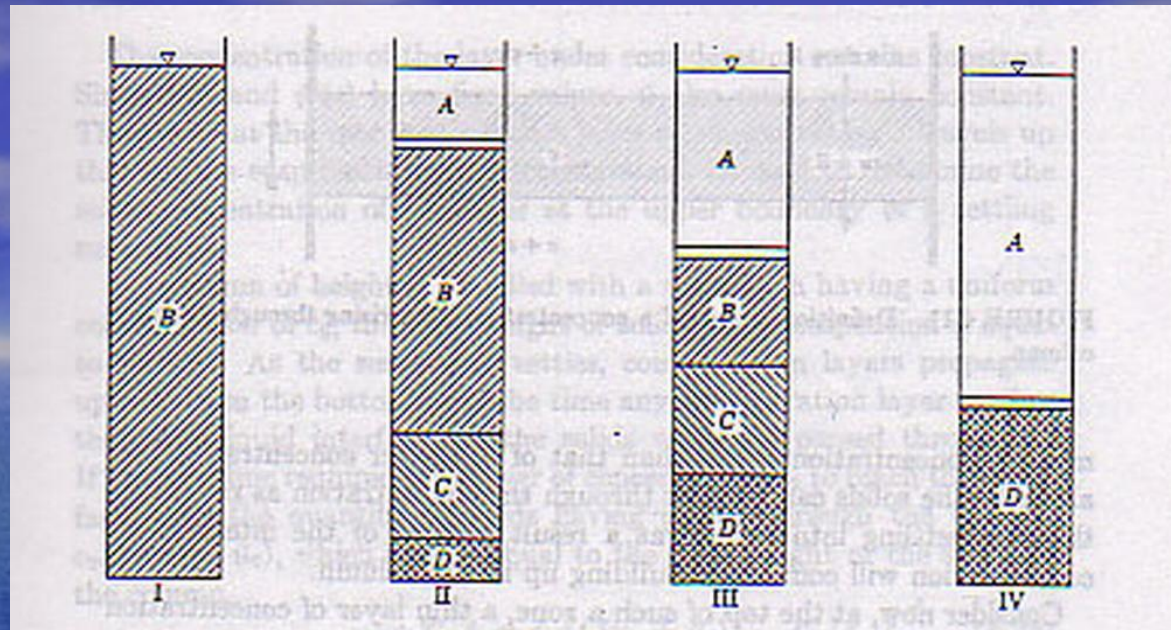


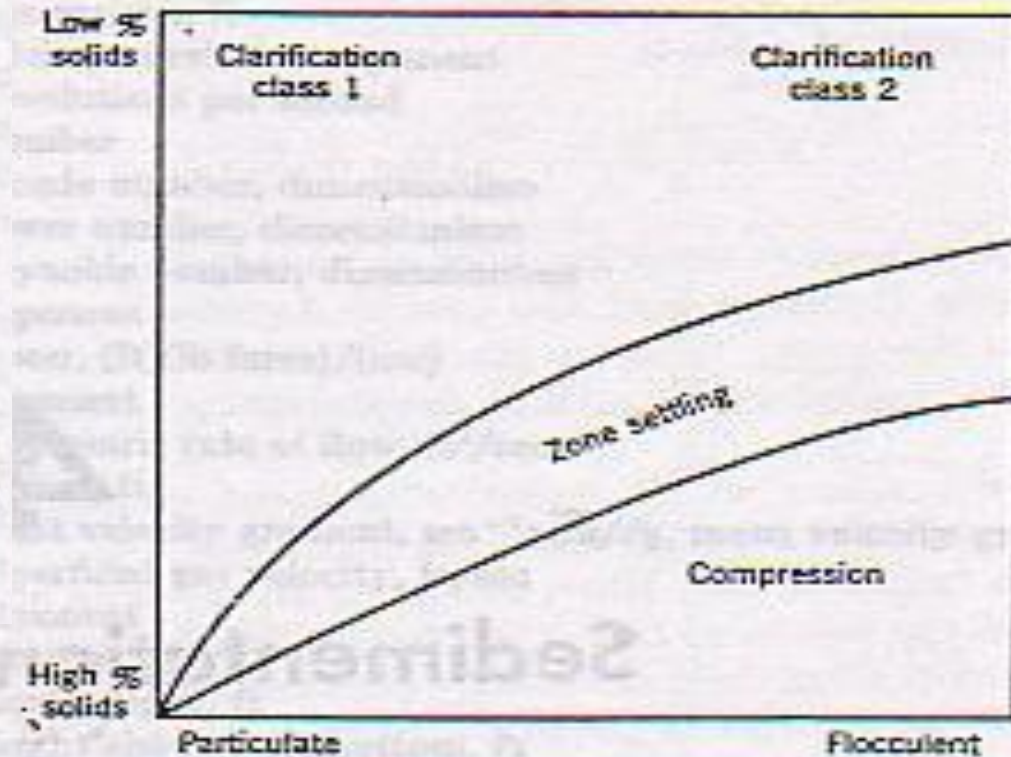
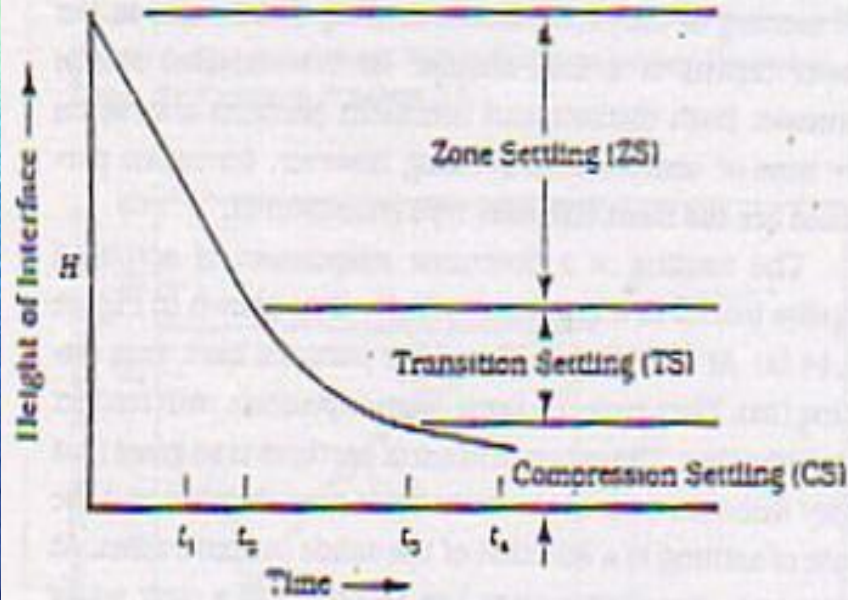
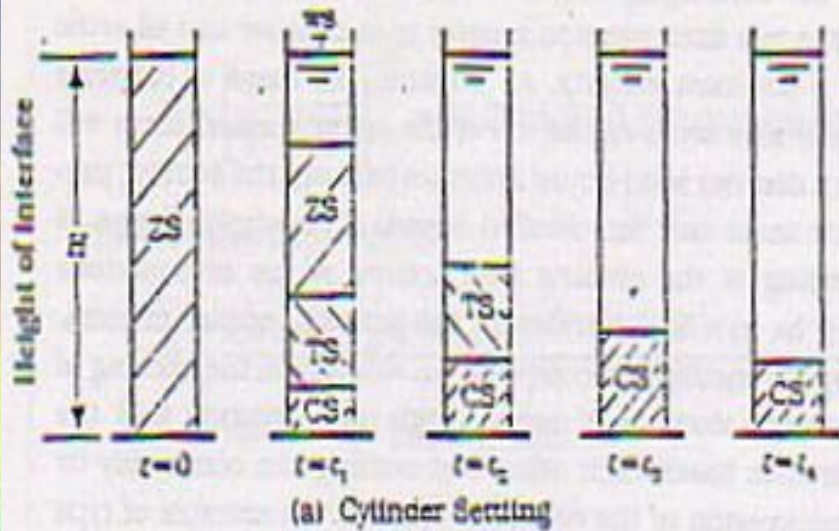
FIGURE 4-1. Paragenesis diagram. [From Figure 2-1, Fitch, E. B., in McCabe, J., and W. W. Eckenfelder, Jr. (eds.), *Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes—Vol. 2: Anaerobic Digestion and Solids-Liquid Separation*, Reinhold Publishing Corp., New York (1958), 169.]

Type Zona Sedimentasi



- Sedimentasi type 1
partikel tunggal □ mengendap (partikel diskrit)
- Sedimentasi type 2
koloid □ mengendap sebagai flokulen
- Zona Hindered Settling (type 3)
 - suatu garis batas yang bergerak turun antara daerah lumpur dan cairan jernih
- Kompresi (type 4)
 - struktur gumpalan dalam bejana membentuk lapisan yang makin lama makin tebal

Klasifikasi Tipe Pengendapan



kondisi/sifat (flok) partikel

1. Partikel diskrit

Mis: butir pasir, butir batu bara, butir tanah

Yg apabila bertemu satu sama lain tidak akan bergabung

2. Partikel flokulan

Mempunyai sifat bisa bergabung satu sama lain menjadi 1 partikel yg lebih besar

Konsentrasi/sifat suspensi

1. Suspensi encer: kadar solid ≤ 500 ppm
2. Suspensi intermediate/peralihan: kadar solid > 500 ppm
3. Suspensi kental: kadar solid > 10.000 ppm

Suspensi terlarut

Dua kategori pertama berhubungan dengan suspensi terlarut (*dilute suspensions*), partikel pada kategori pertama merupakan partikel diskrit dan pada kategori kedua berupa flokulen.

1. Sedimentasi Golongan 1

- Partikel-partikel mengendap sebagai **partikel tunggal, bebas, tidak terhalang** (□ Partikel diskrit)
- Kecepatan konstan

2. Sedimentasi Golongan 2

- Partikel mengendap sebagai kumpulan partikel-partikel tunggal (flok)
 - Kecepatan **tidak** konstan □ ada percepatan
- Selama pengendapan terjadi **perubahan bentuk dan ukuran** akibat gaya kohesi

3. Zona Hindered Settling

- Zone settling terjadi akibat jarak partikel dalam suspensi berada pada jarak yang demikian dekat satu sama lain □ kohesi
- Posisi seluruh partikel saat mengendap relatif tetap terhadap satu sama lain
- Akibatnya partikel-partikel mengendap sebagai suatu keseluruhan (zona) sehingga dengan jelas suatu garis batas yang bergerak turun antara daerah lumpur dan cairan jernih

Contoh pada kedalaman menengah pada bak pengendap (clarifier) activated sludge

- .

4. KOMPRESI

Terjadi pada suspensi yang pekat dengan konsentrasi partikel yang tinggi □ Terjadi struktur gumpalan dalam bejana membentuk lapisan yang makin lama makin tebal



Merupakan penahan bagi lapisan di atasnya

Tekanan lapisan tersebut maka lapisan-lapisan di bawahnya akan mengalami kompaksi menjadi lebih padat

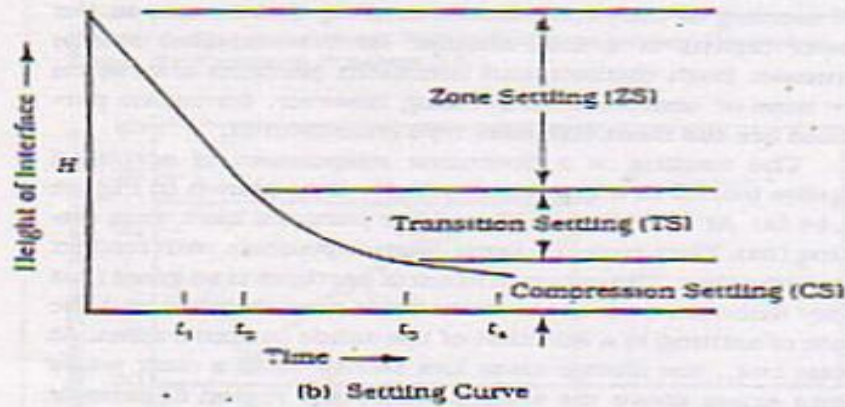
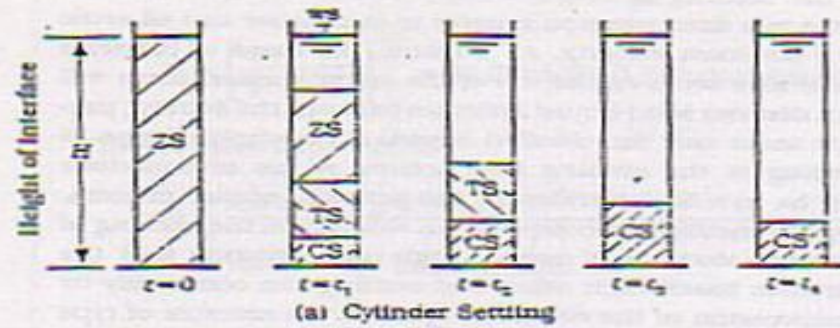
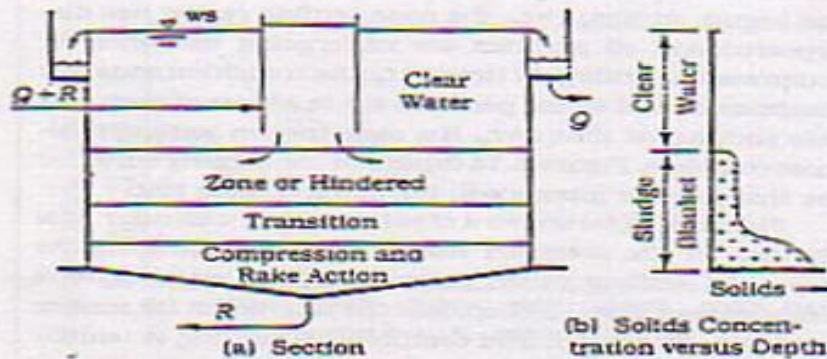


Figure 3.15. Settling in a Final Clarifier for the Activated Sludge Process



Kelas I: suspensi encer-partikel diskrit

Merupakan pengendapan individu, partikel satu sama lain berjauhan karena konsentrasi yang rendah

-□ digunakan pada bak prasedimentasi

Grafik pengendapan partikel diskrit dan flokulan

Grafik pengendapan partikel diskrit dan flokulan

Ket:

- Kec horisontal disebabkan oleh aliran air.
- Kec mengendap disebabkan oleh gaya gravitasi.
- Kec mengendap partikel diskrit merupakan garis lurus
- Utk flokulan, kec pertama-tama rendah, makin lama makin berat karena sudah berbentuk flok, dmkn kec sebanding dg kwadrat diameter partikel
- $V = k d^2$

Kelas II

- partikel flokulan, suspensi encer
- digunakan pada bak sedimentasi

Zone settling

Partikel flokulan, suspensi intermediate (> 500 ppm).

Pada zona *settling*, sebagian besar partikel yang berupa materi flokulen dalam suspensi dengan konsentrasi *intermediate* mengendap sebagai kesatuan, karena partikel2 tsb sangat berdekatan dimana gaya antar partikel menahan mereka dalam posisi yang tetap relative satu sama lain.

Zone settling tdpt hanya pd pengolahan lumpur

Pd zone settling, kec pengendapan secara individu tdk ada lagi, ttp pengendapan berlangsung sec zone dmn terjadi penurunan bidang interface (=bidang yg menghubungkan 2 zone/suspensi yg berbeda)

Pd zone settling terjadi 2 peristiwa:

1. Clarifikasi □ effluent (overflow)
2. Pengendapan lumpur (underflow)

Kompresi

Ketika konsentrasi amat tinggi dimana partikel2 ada dalam kontak fisik satu sama lain dan didukung oleh masa padat (*compacting mass*), maka proses kompresi yang terjadi.

Cairan dalam masa suspensi menghilang secara perlahan ketika kompresi terjadi.

kompresi

Thickening = pemekatan lumpur

Yaitu utk memperkecil volume lumpur yg akan diolah

Lumpur = solid + air

□ zone settling

□ Thickening

Yg mengalami hanya air buangan

Pengolahan air buangan

- Untuk mengolah air buangan, disamping dilakukan pengolahan air, juga dilakukan pengolahan lumpur, krn lumpurnya tdk stabil.

Pengendapan klas I

Diterapkan dlm proses prasedimentasi

Ciri:

- Partikel yg berada dlm air bersifat diskrit/non flokulan
- Suspensi bersifat encer
- Utk air baku yg berupa air sungai/permukaan

Tujuan pengendalian kls I

- ❑ Mengurangi bahan kimia yg diperlukan pd proses selanjutnya
- ❑ menurunkan kekeruhan spy air mudah diolah

Ket gbr prased

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

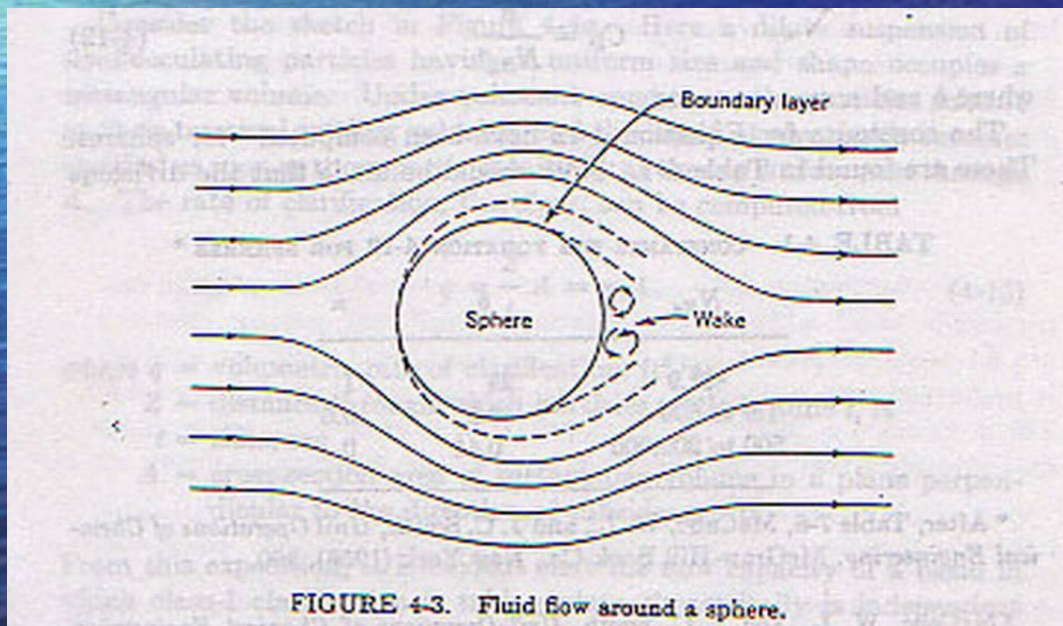
Lama sedimentasi tgt pd:

- BJ partikel
- Diameter partikel

SEDIMENTASI GOLONGAN 1 (Partikel Diskrit)

□ Partikel Diskrit :

Partikel-partikel tersuspensi yang **tidak** mengalami perubahan ukuran, bentuk dan berat.



Keseimbangan
gaya

Pengendapan partikel diskrit

Sebuah partikel diskrit yang bergerak vertical ke bawah melalui cairan quiescent akan bertambah kecepatannya sampai gaya friksi drag (*the frictional resistance of drag*) cairan sama dengan gaya *impelling* yang beraksi thd partikel, dan setelah itu partikel tsb akan mengendap dengan kecepatan yang uniform.

berat efektif partikel = gaya lawan

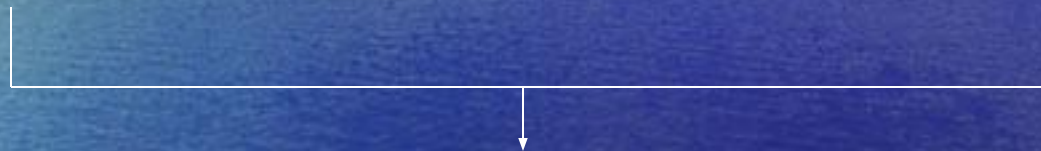
F_t

F_D



gaya luar yang bekerja

perlawanan gaya geser



gaya-gaya seimbang □ partikel-partikel mengendap
dengan kecepatan konstan

| | | british | SI |
|----------|-------------------------------------|---|---|
| γ | density of liquid | 62,4 [lb/ft ³] | 980 [kg/m ³] |
| g_c | acceleration due to gravity | [32.17 ft/sec ²] | [9,806 m/dt ²] |
| μ | absolute viscosity liquid (at 20°C) | [2,088.10 ⁻⁶ lb _{force} sec/ft ²] [6,72.10 ⁻⁴ lb _{mass} /ft.sec] | 3,67.10 ⁻⁴ kg sec/m ² |
| C_d | drag coefficient | | |
| Ft | Impelling Force | lbf | kg |
| V | Volume of Particle | ft ³ | m ³ |
| Ac | Luas area melintang | [ft ²] | [m ²] |
| Ap | luas area Permukaan | [ft ²] | [m ²] |
| Vs | Settling Velocity | ft/sec | m/sec |
| Vo | Overflowrate | gal/day-ft ² | m ³ /det-m ² |
| Vh | Horizontal velocity | ft/sec | m/sec |
| Ss | Specific Gravity of Particle | | |

| | | british | SI |
|----------|-----------------------------|--|----------------------|
| ρ | massa jenis air | lb mass/ft ³ | kg/m ³ |
| ρ_s | massa jenis partikel | lb mass/ft ³ | kg/m ³ |
| F_D | drag force paddle | [lb] | kg |
| ν | viskositas kinematis cairan | [1,075.10 ⁻⁶ ft ² /dt] | [m ² /dt] |
| t_d | waktu detensi | sec | sec |

Note : Konstanta yang berhubungan dengan air besarnya ditentukan oleh suhu dan kondisi fluida....perhatikan soal!!

Gaya impelling F_i

- Gaya impelling F_i sama dengan berat partikel dalam cairan suspensi,

$$F_i = (D_p - D) g V \dots \dots (3.1)$$

- Dimana:
- D_p : density partikel
- D : density cairan
- V : volume partikel.

Gaya friksi drag F_d

- Gaya friksi drag F_d merupakan sebuah fungsi dari
 - viskositas dinamis, μ ,
 - densitas cairan D ,
 - kecepatan pengendapan V_s , dan
 - diameter karakteristik partikel, d
- $F_d = f(V_s, d, D, \mu)$

Rumus F_d

- Dengan analisa dimensional dan eksperimen, F_d dapat dinyatakan sebagai:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d A_c D V_s^2 \dots\dots\dots(3.2)$$

- Dimana:

- C_d : koefisien *drag Newton*

- A_c : *cross sectional area* dari proyeksi partikel pada sudut yang tepat terhadap arah pengendapan.

Koefisien drag, C_d

- Untuk partikel spherik (spherical particles) C_d tergantung dari angka Reynold dan dinyatakan sebagai:

$$C_d = 24/Re + 3/(Re)^{1/2} + 0,34.....(11.3)$$

- Persamaan 11.3 berlaku untuk daerah perbatasan antara transisi dan turbulen (sampai dengan $Re = 1 \times 10^4$).

Kec mengendap partikel, V_s
(= kec mengendap terminal, terminal
settling velocity, U_t)

- Dengan menyamakan F_i dan F_d serta memecahkan persamaan2 di atas, maka:

$$V_s = (2g (D_p - D) V / (C_d D A_c))^{1/2}$$

.....(11.4)

Untuk partikel spherik $V = \Pi (d)^3/6$ dan
 $A_c = \Pi (d)^2/4$, maka $V/A_c = 2/3 d$

Kec mengendap partikel, V_s

- Dengan demikian kecepatan mengendap partikel menjadi:
- $V_s = (4 g / 3 C_d) ((D_p - D) d/D)^{1/2} \dots (11.5)$
- Utk:
 - daerah perbatasan antara transisi dan turbulen (sampai dengan $Re = 1 \times 10^4$).
 - Daerah transisi ($Re = 1 - 2000$)
- V_s tsb dlm keadaan tenang (quiescence)

Hukum Stoke (laminar, $Re < 1,0$)

- Untuk wilayah laminar ($Re < 1,0$) $C_d = 24/Re$ dan $Re = D V_s d/\mu$,
Maka dari pers 11.5:
- $V_s = g (D_p - D)d^2/18\mu\dots\dots(11.6)$
- Pers 11.6 terkenal sebagai hukum Stoke.

catatan

- Kecepatan pengendapan partikel dapat dicari dengan pers 11.5 dan 11.6 jika partikel merupakan partikel spherik dan tidak berubah ukuran dan bentuknya selama pengendapan.
- Tetapi sebenarnya partikel tidak selamanya diskrit selama pengendapan juga tidak benar2 spherik.

catatan

- Umumnya materi tersuspensi mempunyai luas permukaan (surface area) yang besar dibandingkan dengan volumenya.
- Hal ini mengakibatkan tegangan (resistance) bertambah selama pengendapan.
- Walaupun begitu, persamaan2 ini dapat digunakan untuk mencek disain tanki pengendapan.

V_s yg mana?

- Hukum Stoke dapat dipakai untuk partikel berdiameter kecil (sampai dengan 0,1 cm) dan angka Reynold bervariasi antara 10^{-4} dan 1,0.
- Pada wilayah transisi dimana $Re = 1 - 2000$, pers 11.5 dapat digunakan.
- Partikel pasir dan flok yang berat umumnya mengendap pada wilayah transisi.

Kecepatan overflow

- Kecepatan overflow pada tanki pengendapan umumnya antara 0,85 – 1,7 m³/m²/ jam.
- Melihat kecepatan pengendapan ini, secara teoritis partikel diskrit dengan gaya gravitasi spesifik (specific gravity) sebesar 1,2 dengan diameter < 0,005 cm tidak bisa dihilangkan.
- Tetapi dalam tanki pengendapan bahkan partikel dengan diameter yang lebih kecil dapat dihilangkan karena agglomeration.

SEDIMENTASI Type 1

- Bentuk partikel diskrit/tunggal
- Kecepatan mengendap konstan $\square F_D = Ft$

$$F_D = C_D \times A_c \times \rho_w \times \frac{V_s}{2}$$


Penurunan rumus

$$Ft = (\rho_s - \rho)gV$$

$$F_D = Ft$$


$$C_D \times \frac{\rho_w}{2} \times V_s^2 \times A = (\rho_s - \rho) \times g \times V$$

- $V = \text{Vol. Partikel} = \frac{\pi}{6} \times d^3$
- $A = \text{Luas proyeksi bola partikel}$



$$\pi \times r^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Rumus UMUM Sedimentasi Type 1

$$V_s^2 = \frac{2 \times (\rho_s - \rho) \times g \times \frac{\pi}{6} \times d^3}{C_D \times \rho \times \frac{\pi}{4} \times d^2}$$


$$V_s = \sqrt{\frac{4 \times g}{3 \times C_D} \frac{\rho_s - \rho}{\rho} d}$$

$$V_s^2 = \frac{4 \times \rho_s - \rho}{3 \times C_D \times \rho} \times g \times d$$


$$V_s = \sqrt{\frac{4 \times g}{3 \times C_D} (Ss - 1) d}$$

Nilai Drag Coefficient (C_D)

□ tergantung bilangan Reynold (N_{Re})

1. Laminer ($N_{Re} < 1$) □

(Hk. Stokes)

2. Transisi $1 < N_{Re} < 10^4$ □

3. Turbulen $N_{Re} > 10^4$ □ $C_D = 0,4$

$$C_D = \frac{24}{N_{Re}} = \frac{24}{Vd/\nu}$$

$$C_D = \frac{24}{N_{Re}} + \frac{3}{(N_{Re})^{1/2}} + 0,34$$

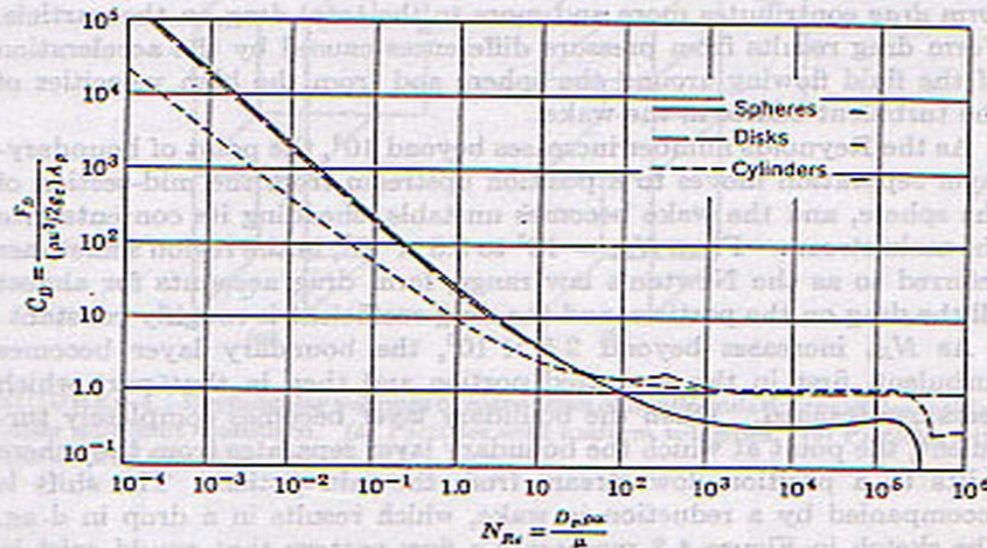


FIGURE 4-2. Drag coefficient for spheres, disks, and cylinders. [By permission from *Chemical Engineers Handbook* (J. H. Perry, ed.), by C. E. Lapple. Copyright, 1950, New York, McGraw-Hill Book Company, Inc.]

Menghitung V settling

- Laminer ke persamaan A

$$V_s = \frac{1}{18} \times \frac{g}{\nu} \times \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \times d^2$$

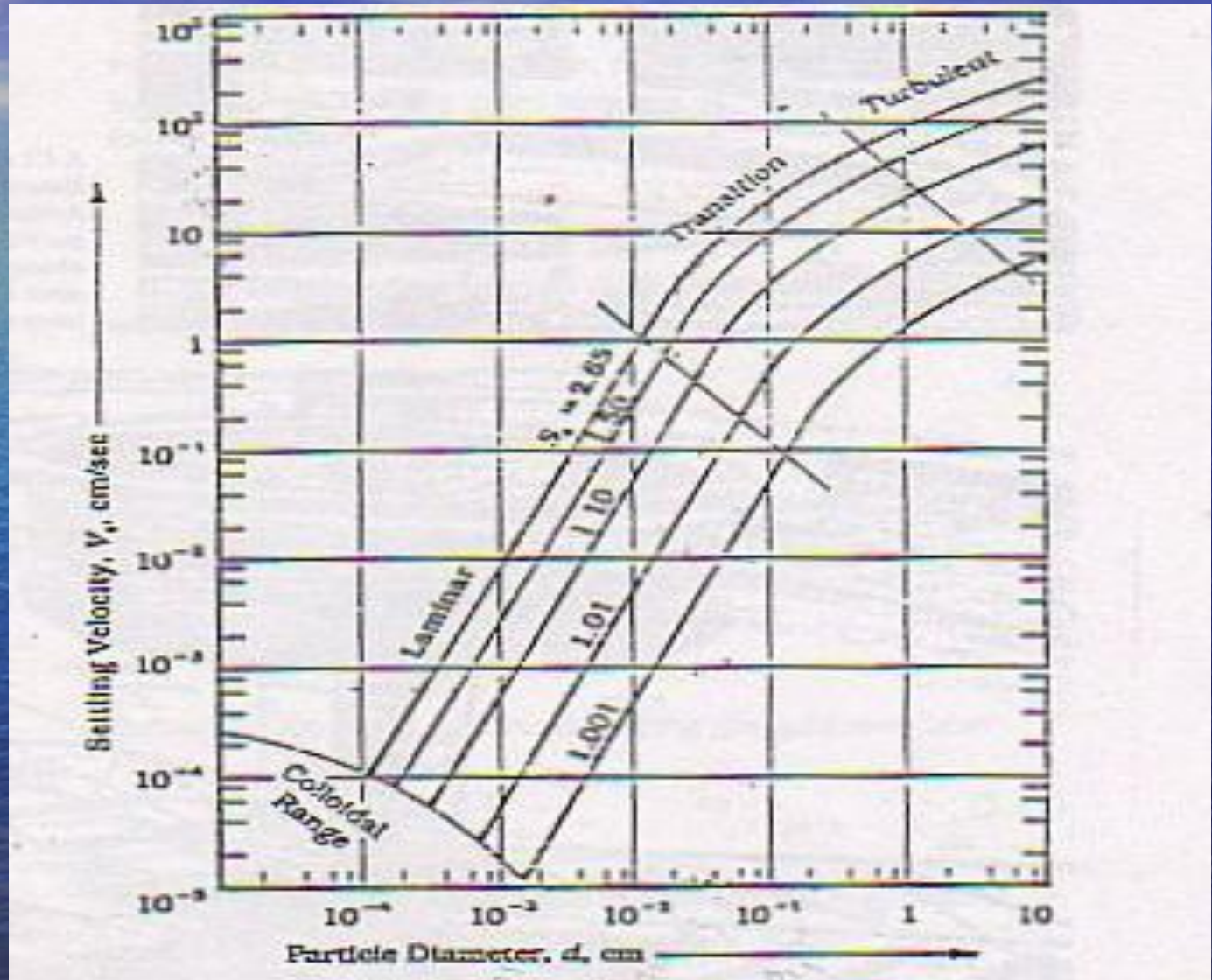
$$V_s = \frac{1}{18} \times \frac{g}{\nu} \times (Ss - 1) \times d^2$$

- Turbulen ke persamaan B

$$V_s = \sqrt{3,3 \times g \times \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \times d}$$

$$V_s = \sqrt{3,3 \times g \times (Ss - 1) \times d}$$

Grafik Pebandingan Settling Velocity dengan Diameter Partikel



Sedimentasi dalam tanki ideal

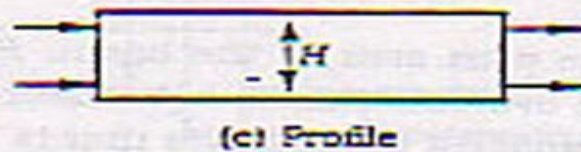
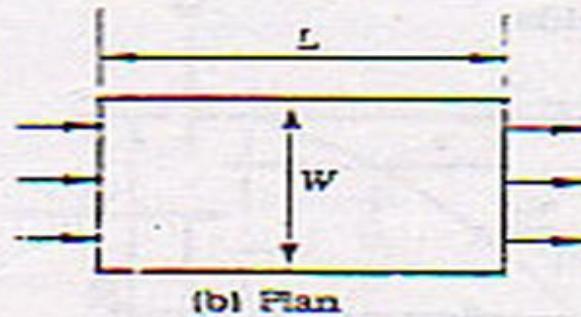
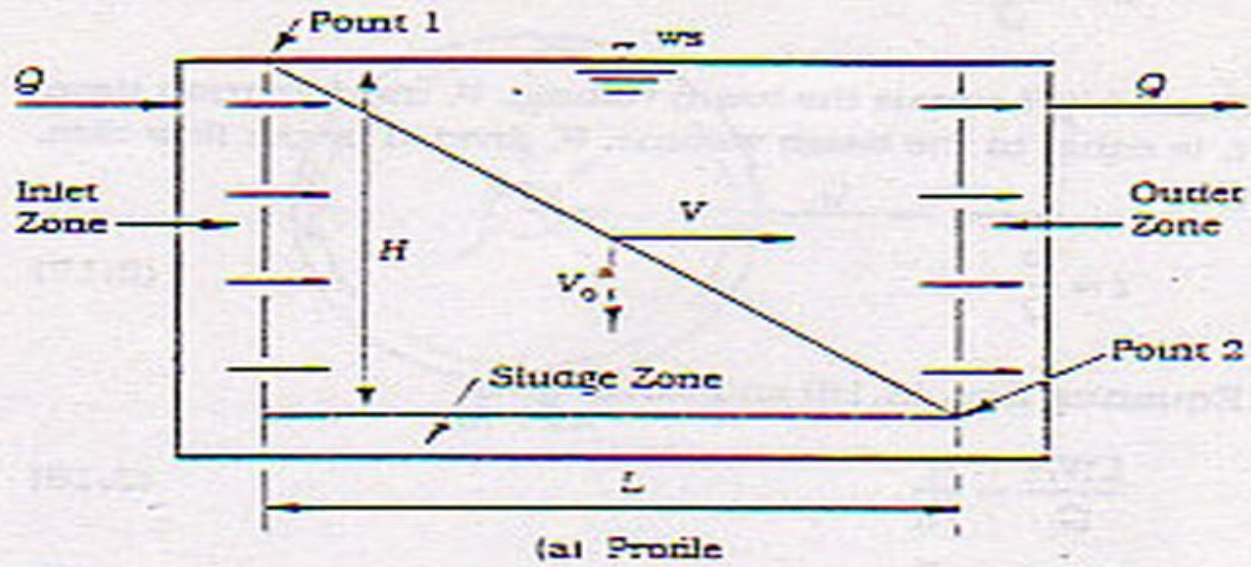
Sebuah tanki yang ideal terdiri dari (Rich, 1963):

1. Sebuah zona inlet dimana air didistribusikan sepanjang *cross section*.
2. Sebuah zona pengendapan (*settling zone*) yang menghilangkan partikel tersuspensi dan yang berada dalam kondisi *quiescent state*.
3. Sebuah zona Lumpur yang mengumpulkan partikel yang mengendap.
4. Sebuah zona *outlet* yang merupakan tempat keluar air dengan partikel yang tidak mengendap (*non settleable particle*).

Teori ideal Basin (Bak ideal) Camp Theory 1946

1. Partikel yang mengendap harus partikel diskrit
2. Aliran terdistribusi merata memasuki bak dan keluar bak
3. Terdapat 3 zone bak (inlet, outlet dan zone lumpur)
4. Partikel yang dihilangkan (*removed*) menyentuh dasar
5. Partikel yang memasuki zone lumpur tetap berada disana sedangkan yang memasuki zone outlet terbawa ke unit selanjutnya

Pola Pengendapan Sedimentasi Type 1 Bak Rectangular



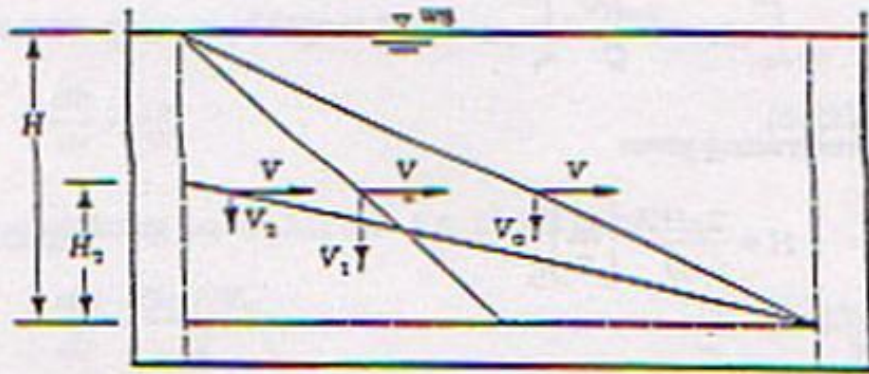
- V_s : Kecepatan mengendap
- V_0 : kecepatan mengendap suatu partikel yang paling kecil yang akan dihilangkan dalam suatu bak (**trayek terjauh**)
- V_h : kecepatan horisontal

Bila $V_s > V_0$ maka pasti diendapkan didasar tangki

$$td = \frac{H}{V_0} \quad (\text{vertikal}) \qquad td = \frac{L}{V_h} \quad (\text{horisontal})$$

RUMUS UNTUK BAK RECTANGULAR

Figure 3.5. Profile through an Ideal Rectangular Basin

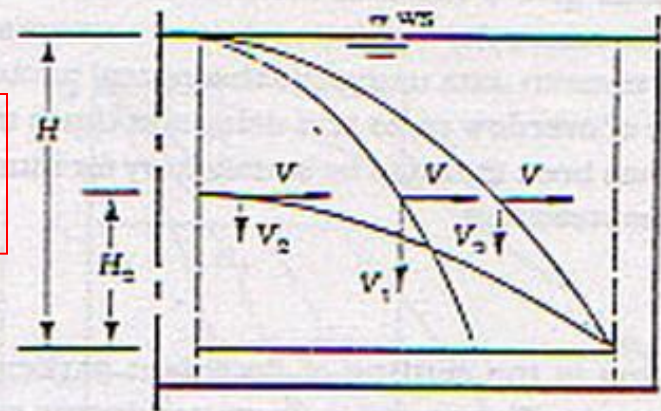


$$\frac{H}{V_0} = \frac{L}{Q/H \times W}$$

$$V_0 = \frac{Q}{L \times W}$$

Pola Pengendapan Untuk Berbagai Ukuran Partikel

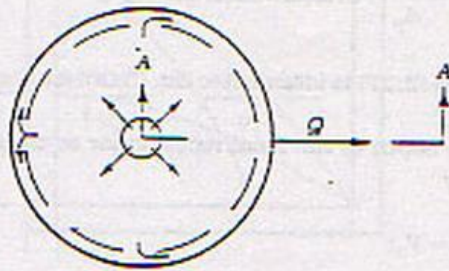
Figure 3.5. Half Section through an Ideal Circular Basin



$$V_0 = \frac{Q}{A_p} = \text{over flow rate (gal/day - ft}^2\text{)}$$

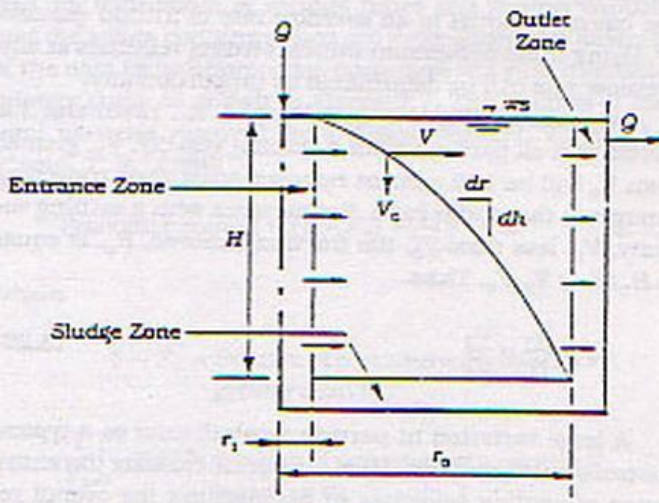
$$V = \frac{Q}{H \times W}$$

Pola Pengendapan Sedimentasi Type 1 Bak Circular



Rumus Untuk Bak Circular

$$V_0 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \times (r_2 - r_1)^2} \quad \square \quad \frac{Q}{\pi \times R^2}$$



$$H = V_0 \times t$$

Clarification rate (= kapasitas bak pengendap)

- Gambar

Clarification rate (= kapasitas bak pengendap)

- Partikel seragam pd (gbr a), yi diameter & BJ sama \square Vs sama, terbagi merata pd seluruh cairan.
- Pd wkt t (gbr b), air yg keruh menjd jernih krn partikel tsb telah turun sedalam z dari permukaan.

Clarification rate (= kapasitas bak pengendap)

- › Efisiensi:

- › $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- › Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- › Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

Surface loading (=beban permukaan)

- Q/A

Efisiensi pengendapan, η

η tdk mgkn 100% krn dlm praktek partikel tdk seragam.

| Utk partikel yg tdk seragam | | |
|-----------------------------|----------------------------|---|
| $P_1 \rightarrow U_{t1}$ | | P_s sama |
| $P_2 \rightarrow U_{t2}$ | $U_{t1} > U_{t2} > U_{t3}$ | $P_d t=0 \rightarrow z=0$ utk ketiga partikel |
| $P_3 \rightarrow U_{t3}$ | | |

Banyaknya partikel yg terendapkan

- Dibiarkan dlm wkt t sd ketinggian z.
- Gbr
- $z_1 > z_2 > z_3$
- $U_{t1} = z_1/t$
- $U_{t2} = z_2/t$
- $U_{t3} = z_3/t$

Banyaknya partikel yg terendapkan

- Pd wkt diperiksa, C_{eff} sdh terbebas dari P1.

| Dlm wkt t | | | |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------------------|
| kondisi | η | sebesar | Σ partikel yg terendapkan |
| Seluruh P1 sdh terendapkan | 100% | P1 | $P1 = 100\%$ |
| Sebagian besar P2 sdh terendapkan | $< 100\%$ | $(U_{t2}/U_{t1})P2$ | $P2 = (U_{t2}/U_{t1}) \times 100\%$ |
| Sebagian kecil P3 sdh terendapkan | $\ll 100\%$ | $(U_{t3}/U_{t1})P3$ | $P3 = (U_{t3}/U_{t1}) \times 100\%$ |

contoh

Jumlah masing partikel = 5. $U_{t1} = 2$ cm/mnt, $U_{t2} = 1,5$ cm/mnt, $U_{t3} = 1$ cm/mnt. Brp butir yg terambil dan tersisa?

Efisiensi pengendapan, η

- Pd wkt t , semua partikel yg $\geq P_1$ pd ketinggian endapan z , 100% terambil.
- Ttp partikel yg $< P_1$, yg seharusnya tdk terambil, kenyataannya sebagian terambil.
- Gbr
- Jd outlet msh mengandung partikel yg $< P_1$ terendapkan.
- Remaining particles, bkn tertinggal di bak pengendap, ttp ikut bersama aliran, keluar melalui outlet.
- Semakin bnyk partikel yg terambil, smkn efisien pengendapan yg dilakukan.

Jumlah partikel yg terambil (total removal solid)

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

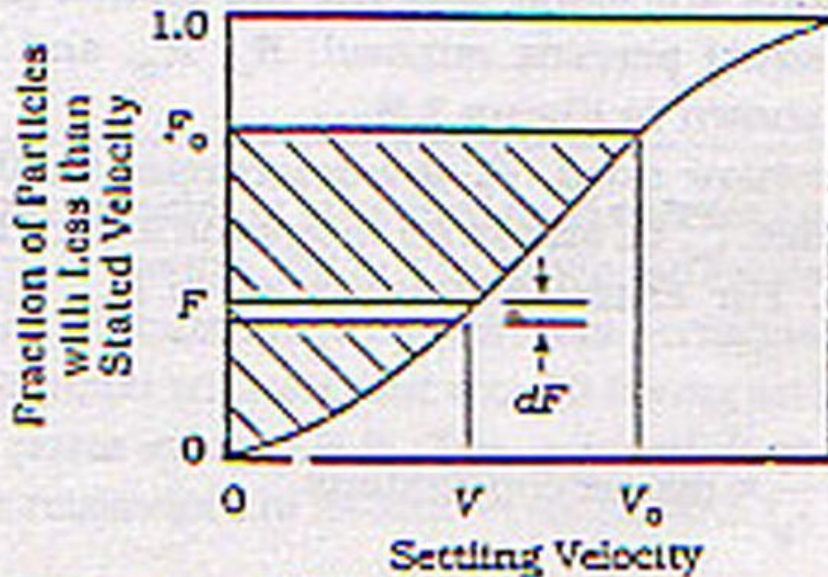
Removal Efisiensi

$$\% \text{ penyisihan} = (1 - F_0) + \frac{1}{V_0} \int_0^{F_0} V dF$$

$(1 - F_0)$ Fraksi partikel dengan kecepatan partikel yang lebih besar dari V_0

$\frac{1}{V_0} \int_0^{F_0} V dF$ Fraksi partikel dengan kecepatan partikel yang lebih kecil dari V_0

Figure 3.7. Type I Setting Curve



Keuntungan posisi partikel

- Gbr
- Dr gbr terlihat, pd wkt t , part P2 & P3 yg terletak/berada pd posisi dekat dg grs bts pengendapan, ikut terendapkan, walaupun $U_{t2} \text{ \& } U_{t3} < U_{t1}$

Coloumn settling analysis

Percobaan pengendapan yg dilakukan utk menentukan overflow rate, yg berbentuk kolom/tabung.

Gbr

| Pd wkt | Ceff | ket | |
|--------|-------|--|--|
| t_0 | C_0 |  | Kons mkn menurun krn sdh bnyk yg mengendap |
| t_1 | C_1 | | |
| t_2 | C_2 | | |
| t_3 | C_3 | | |
| t_n | C_n | | |

$$\% \text{ settling} = \frac{C_0 - C_n}{C_0} \times 100\%$$

Contoh soal

Dari percobaan coloumn settling analysis, diperoleh hasil sbb:

Brp RT, jika diinginkan fraksi yg mempunyai $U_t > U_{t1}$ adalah sebesar 70%, serta jarak yg ditempuh (kedalaman), $z = 30$ cm.

| | | | | | | | | |
|---------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| Wkt (mnt) | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 6 | 12 | 20 |
| $C_{e,i}$ (%) | 100 | 85 | 60 | 40 | 30 | 20 | 10 | 5 |

Clarification rate

(=Kec penjernihan, beban perm, overflow rate)

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

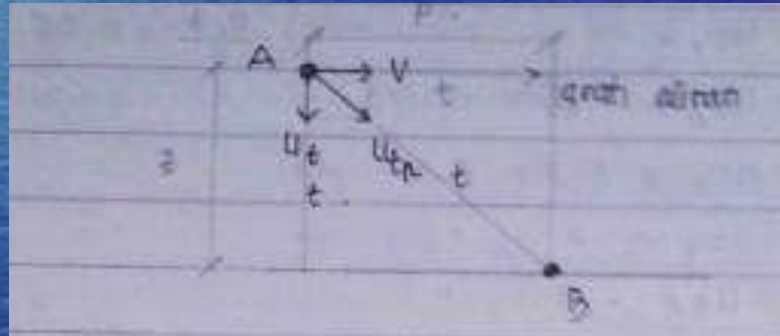
- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

(Sifat) aliran dlm bak pengendap

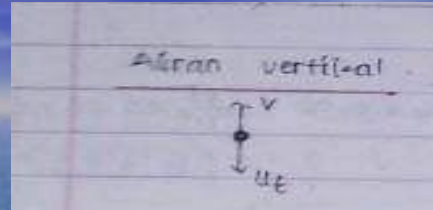
1. (arah) horisontal
2. Vertikal



Gambar

$$t = z/U = P/V = AB/U$$

Aliran vertikal



Gambar

$U_{tR} = (U_t - V) > 0$ mengendap

$= 0$ melayang

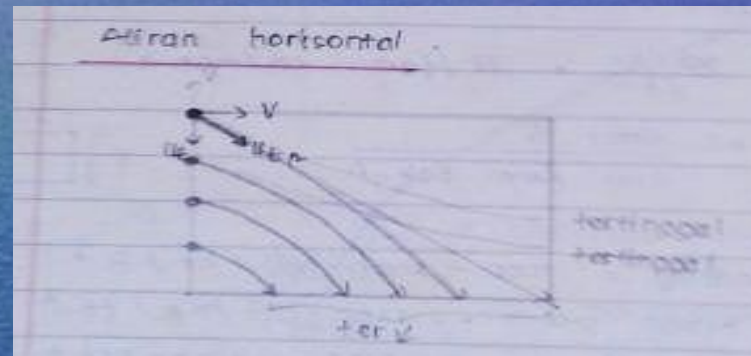
< 0 tertinggal

Utk partikel diskrit, aliran vertikal tdk menguntungkan, krn partikel dg $U_{tR} < 0$

Tdk terendapkan sama sekali

Aliran horisontal

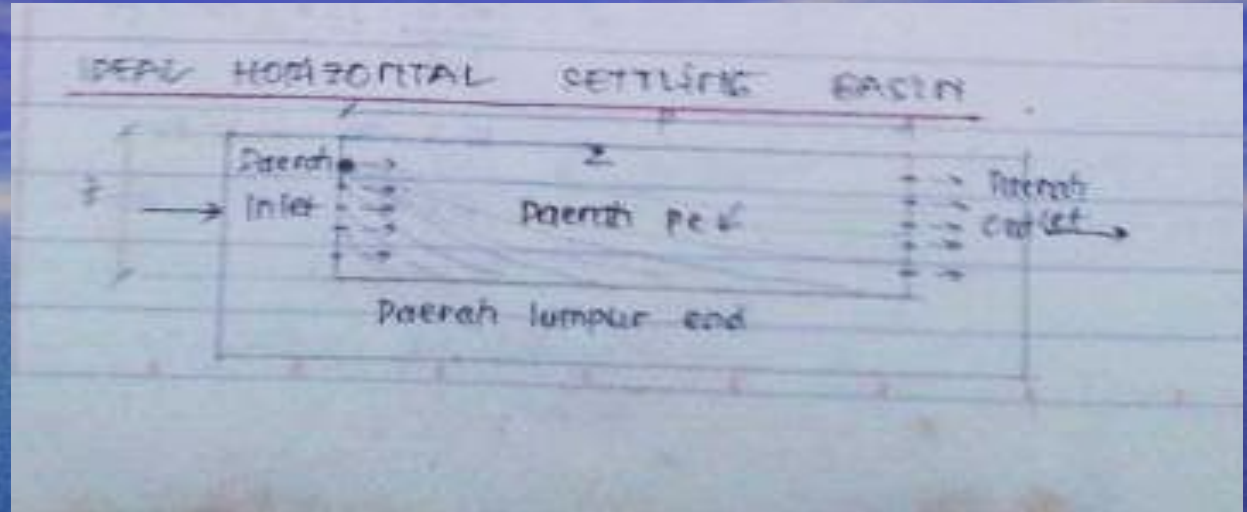
Gambar



Utk partikel diskrit, sebaiknya arah aliran horisontal spy partikel yg seharusnya tdk terendapkan dpt terendapkan, krn adanya V horisontal yang menyebabkan $UtR >$

Ideal horizontal settling basin

Gambar



Ciri:

- Memp 4 zone
- Arah aliran sejajar/merata di seluruh bak pengendap
- Inlet & outlet dibagi merata utk seluruh kedalaman bak
- Digunakan utk partikel diskrit spy partikel yg seharusnya tdk terendapkan dpt mengendap
- Perbandingan: $p = 3-5$ |

Unhindered settling

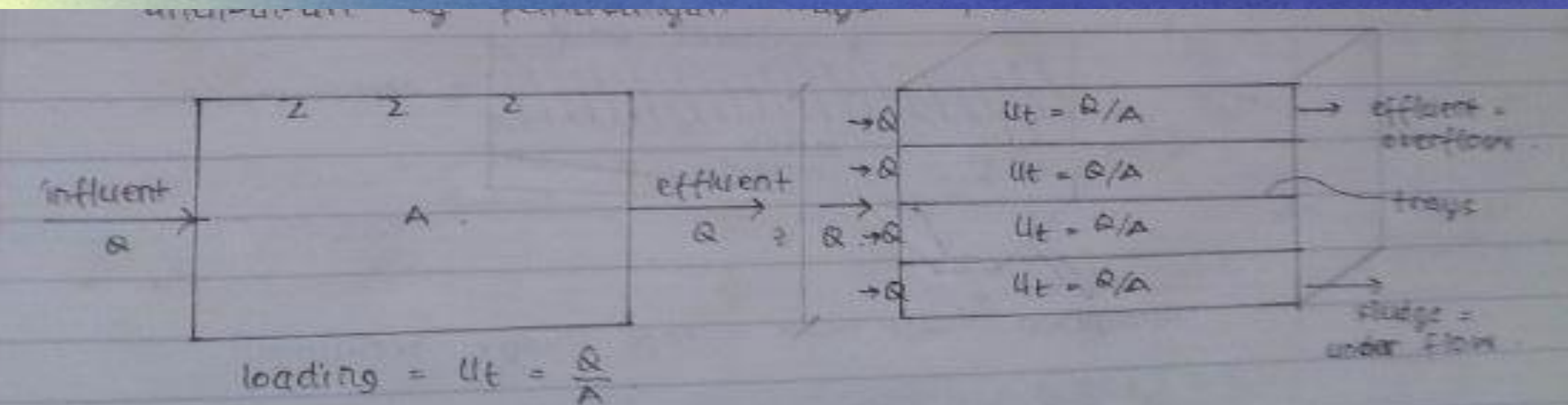
Pengendapan kls I disebut unhindered settling (=tdk saling terganggu oleh partikel lain), krn suspensi encer shg masih tdpt jarak yg besar ant partikel satu sama lain

Unhindered x hindered settling = saling terganggu.

Peningkatan kapasitas bak pengendap

Dilakukan dg pemasangan trays = false
bottom = dasar semu

Gbr



Krn tdpt 4 trays shg tdpt $4A$ dg masing2
loading = $U_t = \frac{Q}{4A}$, shg loading menjadi =
 $\frac{Q}{4A}$

Kapasitas menjadi, $Q = U_t \cdot 4A$

trays

Dg pemasangan trays, kapasitas dpt ditingkatkan menjadi nx , sebanyak trays yg dipasang, krn dg pemasangan trays berarti menambah luas penampang bak

trays

Pemasangan trays bukan utk nmeningkatkan efisiensi ttp utk meningkatkan kapasitas bak pengendap (=banyaknya air yg diolah/dialirkan ke dlm bak pengendap), sedangkan efisiensi berhubungan dg kualitas efluen.

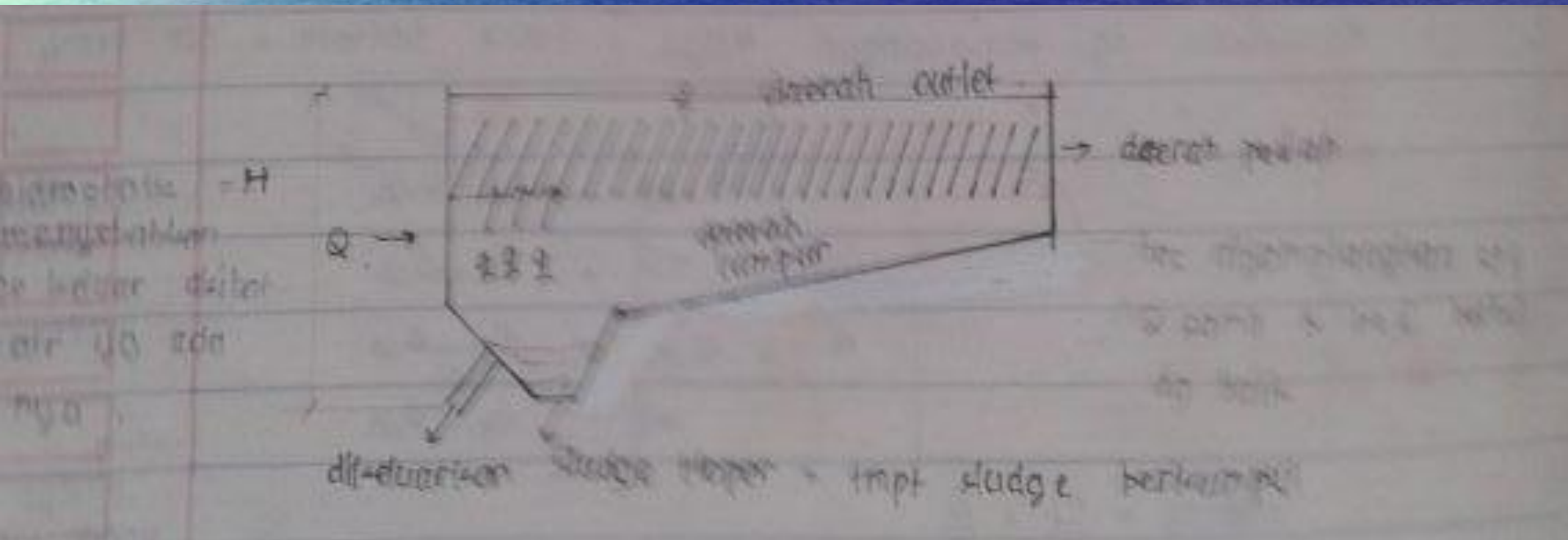
Efisiensi = kemampuan bak pengendap utk memisahkan partikel (solid)

$$\eta = ((Co - Ce) / Co) \times 100\%$$

Multi trays (plates) settler

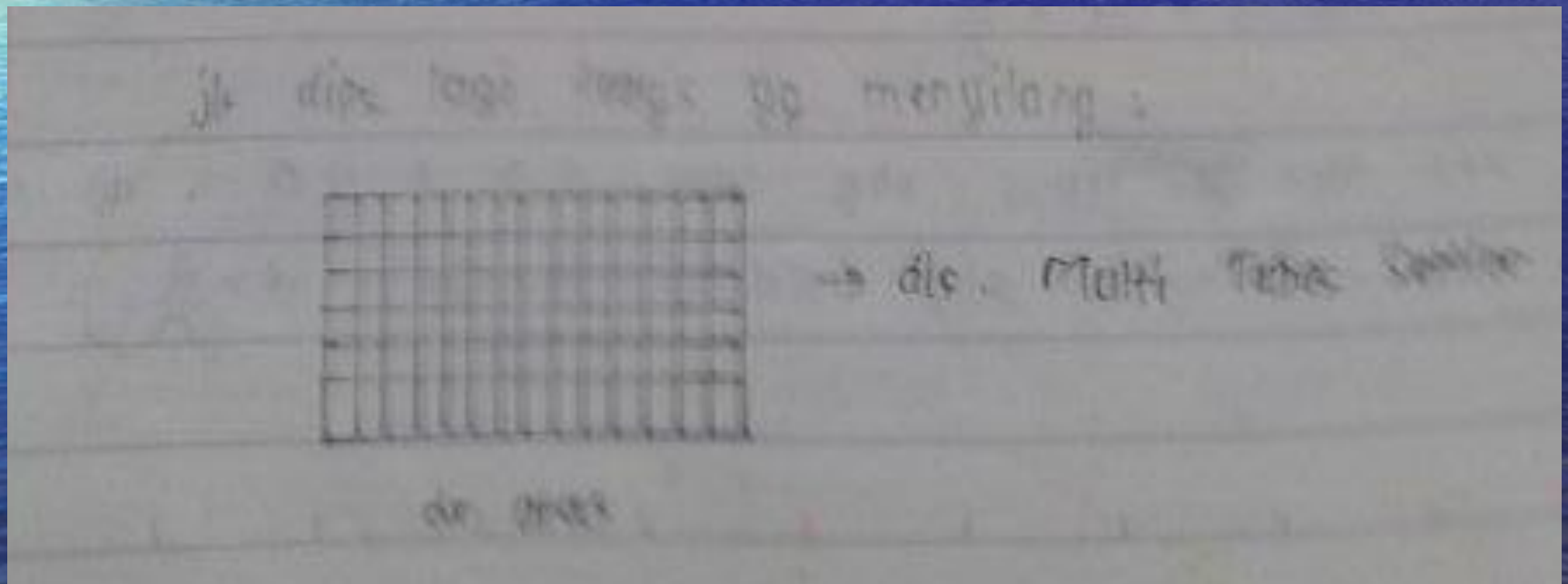
Utk menghindari penumpukan partikel pd tray (yg dpt mengakibatkan kons eff meningkat krn adanya partikel yg terbawa oleh aliran air), maka posisi dari tray dijomplang/miringkan

Gbr



Multi Tubes settler

Jk dipasang lagi trays yg menyilang
Dis Multi Tubes settler



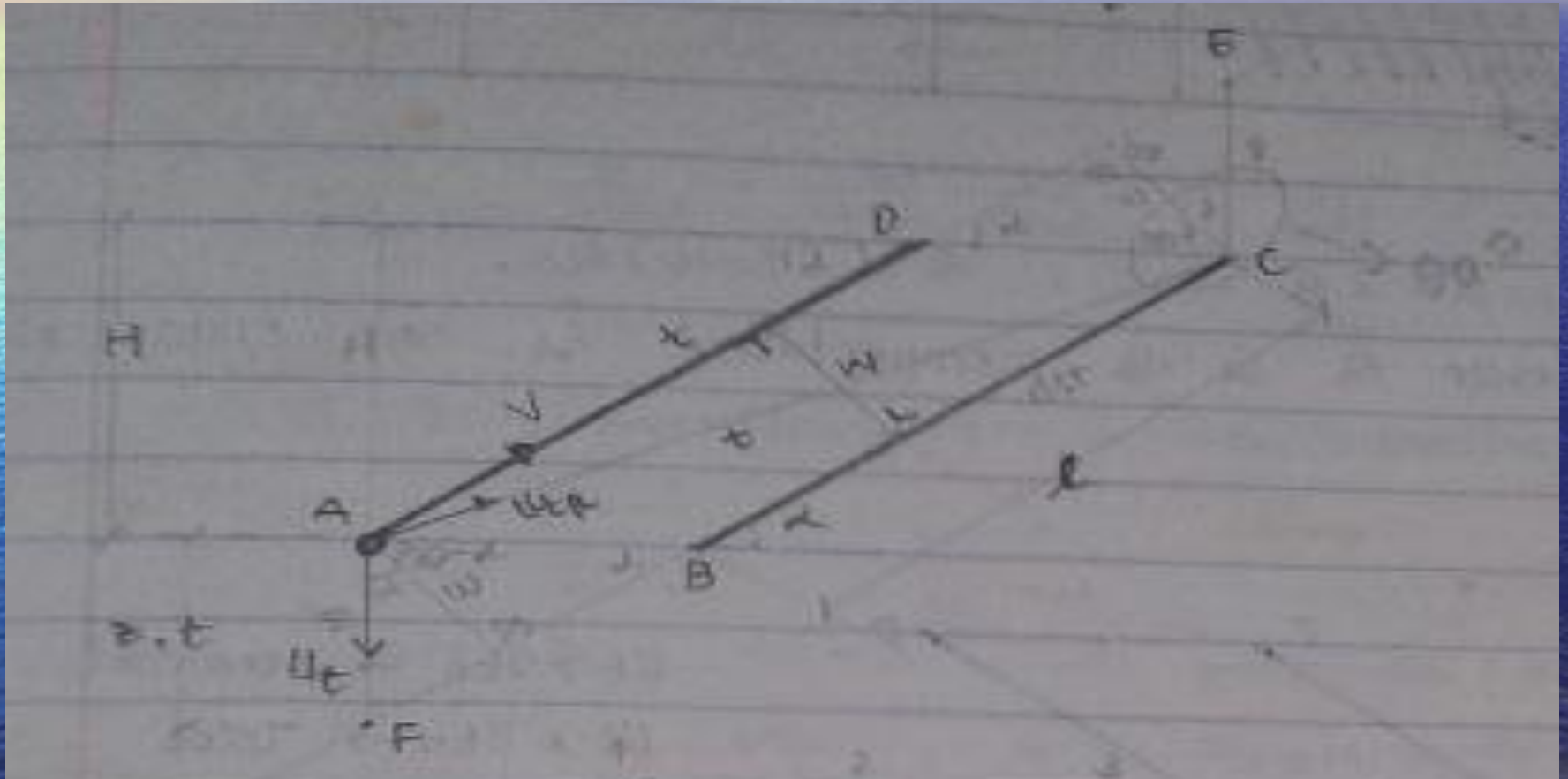
Multi Tubes settler

Jk dipasang lagi trays yg menyilang

Dis Multi Tubes settler

gbr

Tinjauan per segmen tray



Tinjauan per segmen tray

Partikel yg terletak pd kemungkinan posisi yg terjelek yi A, dpt bergerak ke:

1. C, jk ada aliran dg kec U_{t_R}
2. F, jk tdk mengalir, dg kec U_t (akan turun sd dasar)
3. E, jk tdk memp berat atau ringan dg kec V
Pd wkt t yg sama

Tinjauan per segmen tray

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

Tinjauan per segmen tray

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros

- Efisiensi:

- $\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$

- Tujuan: C_{out} atau $C_{effluent}$ memenuhi persyaratan, yg tgt dari musim:

- Kemarau: $C_{effluent} \leq 500$ ppm

- Hujan: $C_{effluent} \leq 200$ ppm

- Shg:

- Bahan kimia yg diperlukan tdk terlalu boros



RSD08

Perbedaan clay Ss dan flok:

- Clay Ss :
 - ukuran cukup besar sampai dengan koloidal
 - Untuk prasedimentasi -□ ukurannya berbeda-beda dan perbedaannya cukup besar.
- Flok : ukuran homogen karena sudah dikondisikan.
 - Clarifier : dibuat dalam bentuk bulat

Clarifier

- Removal lebih kecil daripada 100% tetapi lebih baik daripada plain sedimentasi.
- Jarak sama karena flok homogen.
- Surface loading akan berlaku betul

Prasedimentasi (PS)

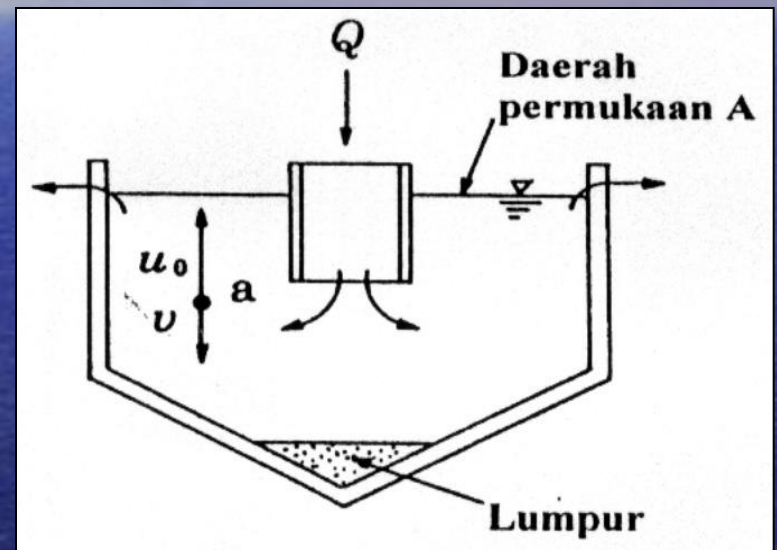
- atau plain sedimentation
- baknya dibuat persegi panjang karena flok ukurannya tidak homogen tetapi berbeda-beda dan perbedaannya cukup besar.

SEDIMENTASI

Tujuan : Untuk menyisahkan padatan tersuspensi melalui pengendapan

Prinsip pengendapan secara gravitasi

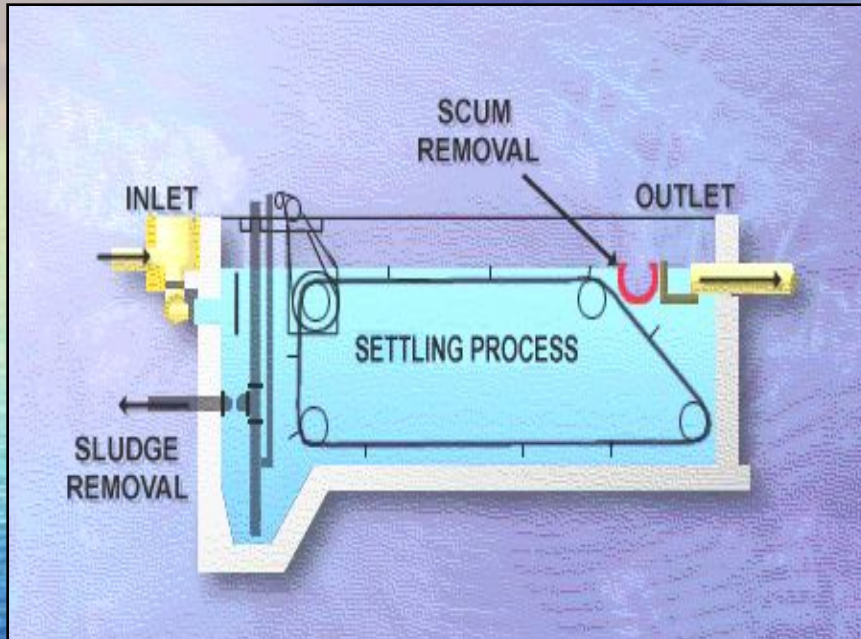
$$P_s > 1$$
$$V_s > V_o \quad [\text{perbedaan arah aliran}]$$



Gambar Pengaruh arus terhadap sedimentasi

TIPE TANGKI SEDIMENTASI

1. Persegi



2. Lingkaran



Parameter-parameter operasi

1. Efisiensi [%]

2. Beban permukaan [So] □
rumus:

3. Waktu tinggal [td]

SEDIMENTASI

