

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Limbah

Setiap industri mempunyai karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Demikian pula dengan industri gula mempunyai karakteristik limbah industri gula yang berbeda, menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 limbah cair industri Gula mempunyai karakteristik dan baku mutu antara lain :

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri aerobik melalui proses biologis (*biological oxidatioan*) secara dekomposisi aerobik. *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan salah satu empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua senyawa organik yang terlarut dan yang sebagian tersuspensi di dalam air. (Alaerth dan Santika, 1987)

Kandungan BOD air buangan Industri Gula ini adalah 1500 mg/l, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan BOD yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 60 mg/l.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mekoksodasi zat-zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi beban pencemar air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kondisi oksigen didalam air. (Alaerth dan Santika, 1987)

Kandungan COD air buangan Gula ini adalah 2000 mg/l, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan COD yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 100 mg/l.

c. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) dalam air limbah seperti pasir, liat, dan bahan organik. TSS jika dibuang ke badan air akan meningkatkan kekeruhan dalam air dan jika berada di dasar perairan akan mengganggu proses perkembangbiakan hewan – hewan air. Standart Baku Mutu TSS yang di ijinan adalah 50 mg/l. TSS yang dihasilkan pada Industri gula ini adalah sebesar 300 mg/l.

d. Minyak dan Lemak

Kandungan Minyak dan Lemak air buangan Industri Gula ini adalah 15 mg/l, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan Minyak dan Lemak yang diperbolehkan di buang ke lingkungan adalah sebesar 5 mg/l.

1.) Minyak

Minyak adalah istilah umum untuk semua cairan organik yang tidak larut/bercampur dalam air. Dalam arti sempit, kata 'minyak' biasanya mengacu ke minyak bumi (*petroleum*) atau bahkan produk olahannya: minyak tanah (*kerosene*). Namun demikian, kata ini sebenarnya berlaku luas, baik untuk minyak sebagai bagian dari diet makanan (misalnya minyak goreng), sebagai bahan bakar (misalnya minyak tanah), sebagai pelumas (misalnya minyak rem), sebagai medium pemindahan energi, maupun sebagai wangi-wangian (misalnya minyak nilam).

2.) Lemak

Lemak atau Lipid tidak sama dengan minyak. Orang menyebut lemak secara khusus bagi minyak nabati atau hewani yang berwujud padat pada suhu ruang. Lemak juga biasanya disebutkan kepada berbagai minyak yang dihasilkan oleh hewan, lepas dari wujudnya yang padat maupun cair.

e. Sulfida (H_2S)

Kandungan H_2S air buangan Industri Gula ini adalah 3 mg/l, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan H_2S yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 0,5 mg/l.

Hidrogen sulfida (H_2S), adalah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktivitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktifitas anaerobik), seperti di rawa, dan saluran pembuangan kotoran. Gas ini juga muncul pada gas yang timbul dari aktivitas gunung berapi dan gas alam.

Hidrogen sulfida juga dikenal dengan nama sulfana, sulfur hidrida, gas asam (*sour gas*), *sulfurated hydrogen*, asam hidrosulfurik, dan gas limbah (*sewer gas*). IUPAC menerima penamaan "hidrogen sulfida" dan "sulfana"; kata terakhir digunakan lebih eksklusif ketika menamakan campuran yang lebih kompleks.

f. pH (Derajat Keasaman)

Merupakan istilah untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Standart baku mutu yang mengatur besar kandungan pH yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 6 sampai 9. Kandungan pH air buangan Industri Gula ini adalah 3 mg/l.

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

Bangunan Pengolahan Air Buangan mempunyai kelompok tingkat pengolahan, pengolahan air buangan dibedakan atas:

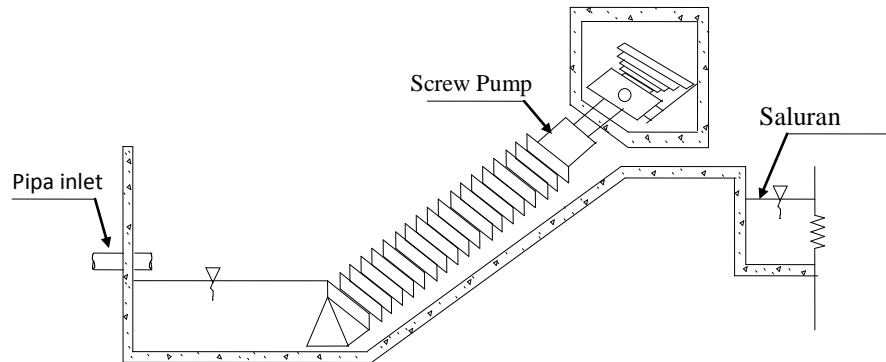
2.2.1 Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Proses pengolahan yang dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah terapung dari pasir agar mempercepat proses pengolahan selanjutnya.

Unit pengolahannya meliputi :

a. Sumur pengumpul dan pemompaan.

Sumur pengumpul merupakan unit penyeimbang, sehingga debit dan kualitas limbah yang masuk ke instalasi dalam keadaan konstan. Pemompaan digunakan untuk mengalirkan limbah ke unit pengolahan selanjutnya.



Gambar 2.1 Bak Penampung dengan Screw Pump

Tabel 2. 1 Macam – macam Karakteristik Pompa

Klasifikasi Utama	Type Pompa	Kegunaan Pompa
Kinetik	Centrifugal	- Air limbah sebelum diolah - Penggunaan lumpur kedua - Pembuangan effluent
	Peripheral	- Limbah logam, pasir lumpur, air limbah kasar
	Rotor	- Minyak, pembuangan gas permasalahan zat-zat kimia pengaliran lambat untuk air dan air buangan
Posite Displacement	Screw	- Pasir, pengolahan lumpur pertama dan kedua - Air limbah pertama - Lumpur kasar

Klasifikasi Utama	Type Pompa	Kegunaan Pompa
	Diafragma Penghisap	- Permasalahan zat kimia - Limbah logam - Pengolahan lumpur pertama dan kedua (permasalahan kimia)
	Air Lift	- Pasir, sirkulasi dan pembuangan lumpur kedua
	Pneumatic Ejektor	- Instalasi pengolahan air limbah skala kecil

Rumus yang digunakan :

$$td = \frac{V}{Q}$$

$$V = A \times H$$

Dengan :

V = Volume sumur pengumpul (m³)

A = Luas permukaan sumur pengumpul (m²)

Q = Debit air buangan yang dipompa (m³/dt)

Td = Waktu detensi (dt)

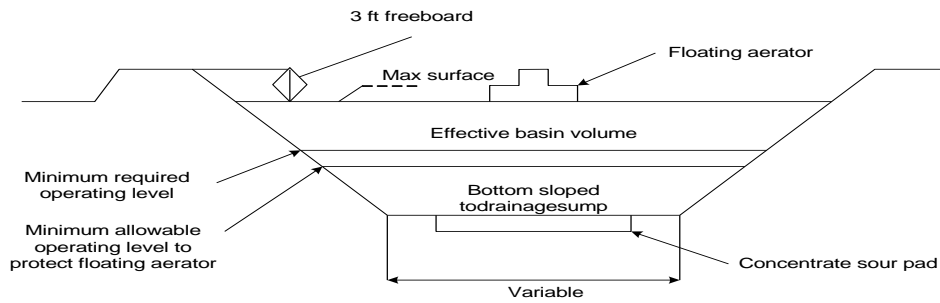
H = Kedalaman air (m)

2.2.2 Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pada tingkat ini umumnya mampu mereduksi BOD antara 25 – 30 % dan mereduksi TSS 50 – 60 %. Pada proses ini terjadi proses fisik dengan unit pengolahan meliputi:

a. Bak Equalisasi

Berfungsi untuk mengendapkan butiran kasar dan merupakan unit penyeimbang, sehingga debit dan kualitas air buangan yang masuk ke instalasi pengolahan dalam keadaan seimbang dan tidak berfluktuasi.



Gambar 2. 2 Potongan Memanjang Bak Equalisasi

Rumus yang digunakan :

1. Volume penyimpanan diakhir periode waktu :

$$V_{ec} = V_{ep} + V_{ic} + V_{oc}$$

Dengan :

V_{ec} = Volume in the equalization basin at the end of current time periode

V_{ep} = Volume in the equalization basin at the end of previous time periode

V_{ic} = Volume of inflow during the current time periode

V_{oc} = Volume of outflow during the current time periode

2. Volume cumulative

$$V_c = Q_{\text{average}} \times 3600 \text{ detik}$$

3. Volume bak control (V)

$$V = L \times B \times H$$

Dengan :

V = Volume bak control (m³)

L = Panjang bak (m)

B = Lebar bak (m)

H = Tinggi bak + freeboard (m)

4. Debit yang dihisap ke IPAL (QIPAL)

$$QIPAL = \frac{Vk \text{ jam puncak} - V1}{3600 \text{ dtk}}$$

Dengan :

QIPAL = Debit yang diolah di IPAL

VK = Volume komulatif pada jam puncak

V1 = Volume komulatif

(Sumber : *Waste Water Engineering Treatment and Disposal Reuse, Metcalf & Eddy 4th, hal 163*)

b. Flotasi

Berfungsi untuk memisahkan partikel-partikel suspensi, seperti minyak, lemak dan bahan-bahan apung lainnya yang terdapat dalam air limbah dengan mekanisme pengapungan.

Berdasarkan mekanismenya pemisahannya :

1. Bisa berlangsung secara fisik, yaitu tanpa penggunaan bahan untuk membantu percepatan flotasi, hal ini bisa terjadi karena partikel-partikel suspensi yang terdapat dalam air limbah akan mengalami tekanan ke atas sehingga mengapung di permukaan karena berat jenisnya lebih rendah dibanding berat jenis air limbah.
2. Bisa dilakukan dengan penambahan bahan, yaitu : Udara atau bahan polimer yang diinjeksikan ke dalam cairan pembawanya, yang dapat mempercepat laju partikel ringan menuju permukaan. Untuk keperluan flotasi, udara yang diinjeksikan jumlahnya relatif sedikit ($\pm 0,2 \text{ m}^3$ udara) untuk setiap m^3 air limbah. Semakin kecil ukuran gelembung udara maka proses flotasi akan semakin sempurna.

1) Induced Gas Flotation (IGF)

1. Metode gas flotation merupakan salah satu metode yang sering digunakan dan paling efektif untuk membersihkan/memisahkan minyak residu dan solid dari air produksi sebelum air tersebut dibuang, dengan gas flotation pemisahan minyak dari fasa air dapat menurunkan *retention time*, dimana ini merupakan hal yang penting sekali dalam proses pemisahan fluida dengan jumlah besar. Sekarang ini peraturan sangat ketat sekali terutama dalam pembuangan air limbah dan produksi minyak, sehingga persyaratan yang demikian ketat memerlukan alat yang sanggup memisahkan minyak dengan cepat dan sanggup memisahkan minyak sampai air menjadi bersih atau air dengan ppm yang rendah sekali (25 ppm). Air buangan (*prroduced water*) dapat dibersihkan dengan berbagai cara, penggunaan API separator, skim vessel, skim pond, surge vessel umumnya sudah cukup untuk membersihkan minyak dari air apabila tidak ada emulsi yang terjadi, apabila *retention time* tidak membatasi, dan apabila tersedia cukup ruang. Untuk mempercepat pemisahan, penggunaan *coalescing filter*, *chemical demulsifier* dan *coagulant* sangat efektif untuk meningkatkan performa separator.
 2. Pada dasarnya, kerja dari gas flotation adalah mempercepat pemisahan gravitasi antara droplet minyak atau padatan dari air disposal, Dengan adanya gelembung gas yang menempel pada butiran atau droplet minyak akan mengurangi densitasnya dan memperbesar diameter droplet. Maka metoda gas flotation, dalam hal ini, dapat untuk mempercepat pemisahan minyak dan air. Disamping itu, air yang dipisahkan dapat lebih bersih untuk memenuhi persyaratan pembuangan air yang sangat ketat akhir akhir ini.
- Mekanisme Pemisahan
 1. Gas Flotation memodifikasi dua variable, yaitu diameter partikel (droplet) dan densitas partikel. Gelembung gas yang menempel pada partikel akan memperbesar diameter dan mengurangi densitas

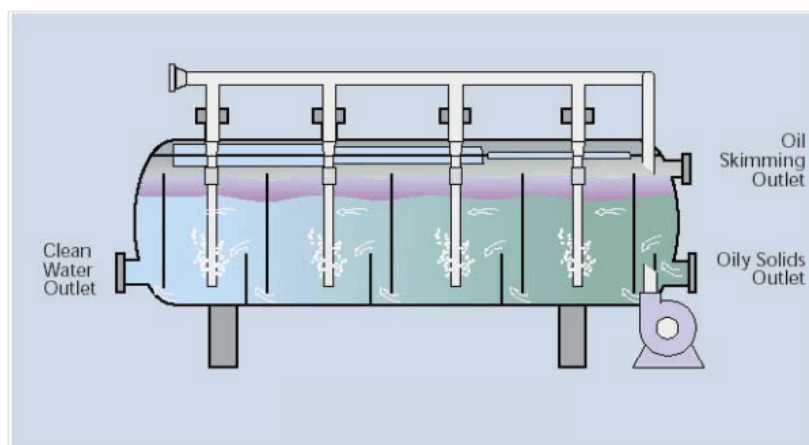
efektif, sehingga partikel lebih ringan dan lebih cepat bergerak ke atas.

2. Gas Flotation memerlukan adanya dispersed gas dengan ukuran butir yang sangat kecil yang dimasukkan kedalam air yang sedang dibersihkan.
3. Gas Flotation memerlukan kondisi dengan tingkat turbulensi rendah, agar gelembung gas dapat menempel ke partikel yang terapung.
4. Gas Flotation memerlukan suatu desain yang baik dan tepat untuk mendapatkan ukuran gelembung gas yang optimum dan dispersi gelembung.
5. Menyemprotkan gelembung gas kedalam air dengan tidak baik dapat mengakibatkan turbulensi dan efisiensi rendah.
6. Jumlah gas yang terlalu kecil atau terlalu besar yang dimasukkan kedalam fasa air dapat mengurangi efisiensi pemisahan.

Pada tahapan proses, terdapat dua metode yang meliputi :

1. Dissolved Gas Flotation
 2. Induction Gas Flotation
- Full Stream Pressurization
 - Jika gas diinjeksikan kedalam seluruh waste water, ini disebut Full Stream Pressurization. Tekanan yang digunakan yaitu sekitar 50 psig. Pada tekanan ini, kelarutan gas dapat mencapai 0,5 cuft gas /bbl.
 - Partial Pressurization
 - Recycle Stream Pressurization
 - Ukuran Flotation cell
 - Flotation cell dapat berbentuk rectangular atau silinder.
 - Berdasarkan penelitian, ukuran Flotation Cell yaitu:
 - 2 gal / min / ft² tanpa Coagulant
 - 4 gal / min / ft² dengan Coagulant
 - Luas Flotation Cell : 15 ft² – 250 ft² atau dengan kapasitas 2000 BWPD – 3500 BWPD

- Pemakaian Flotation Unit
 - Gas flotation unit merupakan alat yang efektif dan ekonomis untuk membersihkan minyak dan padatan dari air buangan.
 - Untuk penggunaan alat ini, perlu terlebih dilakukan test lab sebelum dipasang dilapangan. (test thd efek emulsi, temperature, flocculation, turbulensi, gas solubility).
 - Multistage selalu lebih baik dari single stage Flotation cell.
 - Partial – recycle units lebih efektif dari full-pressure units.
- Manfaat yang terkait dengan sistem IGF yang dirancang dan diterapkan dengan benar meliputi:
 - Konsumsi kimiawi rendah atau nihil,
 - Tenaga kerja operasi dan pemeliharaan yang rendah,
 - Pelepasan penurunan minyak hingga <20 ppm
 - Penghapusan padatan halus (<10 mikron),



Gambar 2. 3 Induced Gas Flotation

c. Netralisasi

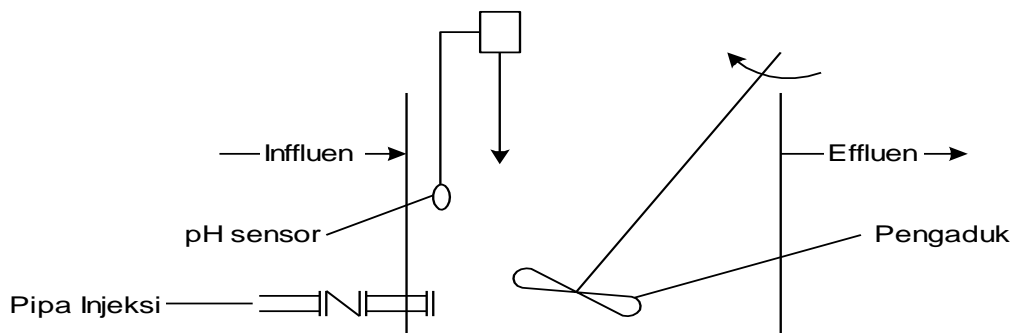
Air buangan industri dapat bersifat asam atau basa/alkali, maka sebelum diteruskan ke badan air penerima atau ke unit pengolahan secara biologis dapat optimal. Pada sistem biologis ini perlu diusahakan supaya pH berbeda diantara nilai 6,5 – 8,5. Sebenarnya pada proses biologis tersebut kemungkinan akan terjadi netralisasi sendiri dan adanya suatu kapasitas

buffer yang terjadi karena ada produk CO_2 dan bereaksi dengan kaustik dan bahan asam.

- Larutan dikatakan asam bila : $\text{H}^+ > \text{H}^-$ dan $\text{pH} < 7$
- Larutan dikatakan netral bila : $\text{H}^+ = \text{H}^-$ dan $\text{pH} = 7$
- Larutan dikatakan basa bila : $\text{H}^+ < \text{H}^-$ dan $\text{pH} > 7$

Ada beberapa cara menetralisasi kelebihan asam dan basa dalam limbah cair, seperti :

- Pencampuran limbah.
- Melewatkan limbah asam melalui tumpukan batu kapur.
- Pencampuran limbah asam dengan Slurry kapur.
- Penambahan sejumlah NaOH , Na_2CO_3 atau NH_4OH ke limbah asam.
- Penambahan asam kuat ($\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HCl}$) dalam limbah basa.
- Penambahan CO_2 bertekanan dalam limbah basa. Pembangkitan CO_2 dalam limbah basa.

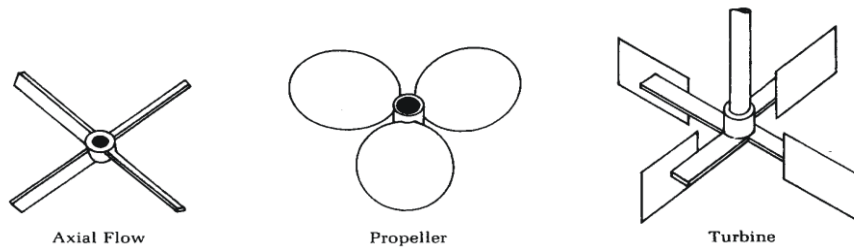


Gambar 2.4 Netralisasi

Proses pencampuran dilakukan dengan prinsip mekanisme mixing yaitu membuat aliran turbulen dengan tenaga penggerak motor dimana bak pengaduk dilengkapi dengan peralatan mekanis.

- Paddle dengan putaran 2 – 150 rpm.
- Turbine dengan putaran 10 – 150 rpm
- Propeller dengan putaran 150 – 1500 rpm

(Pada perencanaan ini menggunakan Turbine sebagai pengaduk pada bangunan Netralisasi)



Gambar 2.5 Jenis jenis Impeller

(Sumber : McGraw Hill, *Water Resources and Environmental Engineering Third edition, 1998,hal 204*)

Rumus yang digunakan :

- Dosis rata - rata kapur

$$Q_t = Q_{bak} \times \text{jumlah kapur}$$

- Volume pelarut air

$$V = (10/90) \times Q_t$$

- Volume total pelarut

$$V_{total} = V_{pelarut} + Q_t$$

- Periode pelarutan setiap 24 jam

$$V = V_{total} \times 1 \text{ hari}$$

- Dimensi tangki pelarut

Luas permukaan tangki

$$A = V_{bak} : h \text{ asumsi}$$

Dimensi tangki pelarut

$$D = \left[\frac{4Q}{\pi V} \right]^{1/2}$$

- Daya pengaduk bak pelarut

D turbin

$$D = D/T \times D \text{ bak pelarut}$$

Daya turbin :

$$P = \left[\frac{(0,2 \times hp) \times vol.bak}{1000 \text{ galon}} \right]$$

- Debit bak
 $Q_{\text{bak}} = Q_{\text{injek}} + Q_{\text{limbah}}$

- Volume bak
 $V_{\text{bak}} = Q_{\text{tot}} \times t_d$

- Dimensi bak

Luas (A)

$$A = V_{\text{bak}} : h$$

Diameter :

$$D = \left[\frac{4Q}{\pi V} \right]^{1/2}$$

- Daya pengaduk turbin

Diameter turbin :

$$D = (D/T) \times T$$

Daya turbin :

- $P = \left[\frac{(0,2 \times \text{hp}) \times \text{vol.bak}}{1000 \text{ galon}} \right]$

- Dosis dibawah H₂SO₄

$$\frac{Y(\text{mg})}{V_{\text{air}}(\text{lt})} \times \frac{1}{\text{BM}(\text{gr} / \text{gr mol})} \times \frac{1}{10^3(\text{mg} / \text{gr})}$$

Dengan:

Y = Dosis kebutuhan chlor

V = Volume air

BM = Berat mol

- Dosis diatas H₂SO₄

$$\frac{Y(\text{mg})}{V_{\text{air}}} \times \frac{1}{\text{BM}(\text{gr} / \text{gr mol})} \times \frac{1}{10^3(\text{mg} / \text{gr})}$$

Dengan:

Y = Dosis kebutuhan

V = Volume air

BM = Berat molekul

- Reaksi : $\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

$$[\text{H}^+] \text{ adalah: } 2 \cdot \left| \frac{Y}{V_{\text{air}}} \right|$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 2 \cdot \left| \frac{Y}{V_{\text{air}}} \right|$$

- Kecepatan putaran turbine

$$D_t = \frac{(\rho \cdot g)^{1/5}}{(KT \cdot n^3 \cdot \gamma)^{1/5}}$$

Dengan :

- Dt = Diameter turbine
- KT = Koefisien turbine
- n = Kecepatan turbine
- p = Power
- g = Kecepatan gravitasi
- γ = Berat jenis air

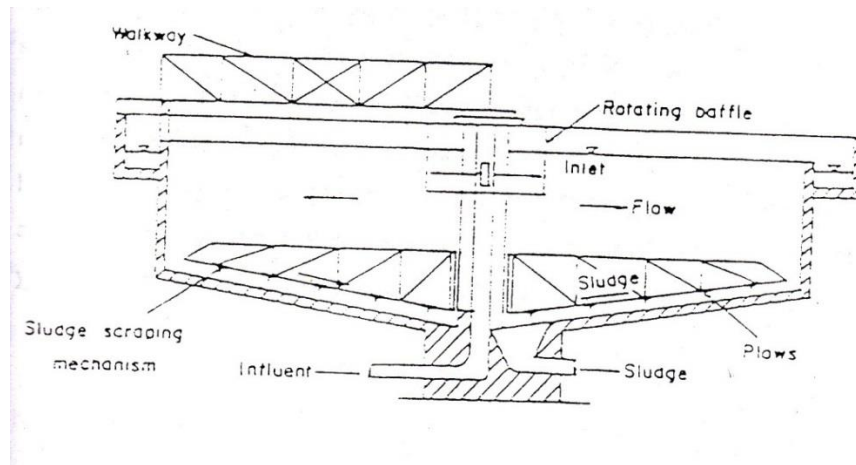
- Reaksi: $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na} + \text{OH}^-$

(H) adalah: Y/V air

- $\text{pOH} = 14 - \text{pH} = -\log (\text{OH}^-)$

d. Bak Pengendap I

Effisiensi removal dari bak pengendap pertama ini tergantung dari kedalaman bak dan dipengaruhi oleh luas permukaan serta waktu detensi. Berfungsi untuk memisahkan padatan tersuspensi dan terlarut dari cairan dengan menggunakan sistem gravitasi dengan syarat kecepatan horizontal partikel tidak boleh lebih besar dari kecepatan pengendapan. Skimmer yang ada pada bak pengendap I digunakan untuk tempat pelimpah lemak dan minyak yang mengambang



Gambar 2. 6 Bak Pengendap Circular

Rumus yang digunakan :

1. Setling Zone

Untuk proses pengendapan atau pemisahan partikel dari buangan.

a) *Kecepatan pengendapan partikel, mengikuti hukum Stokes.*

$$V_s = \frac{g}{18} \cdot \frac{(S_s - 1)}{\nu} \cdot d_p^2$$

Dengan :

V_s = Kecepatan pengendapan partikel (cm/det)

g = Percepatan gravitasi (cm/det²)

S_s = Spesifik gravity

ν = Viskositas kinematik (cm²/det)

d_p = Diameter partikel (cm)

b) *Check terjadinya penggerusan*

$$V_{sc} = \left[8 \cdot \frac{\beta}{\alpha} \cdot (S_s - 1) \cdot g \cdot d_p \right]^{1/2}$$

Dengan :

β = Faktor friksi porositas : 0,02 – 0,12

α = Faktor friksi hidrolis : 0,03

s = Spesifik gravity

Dimana bila $V_{sc} > V_h$ maka tidak terjadi penggerusan.

c) Check terjadinya aliran pendek, ditentukan oleh *Froude Number* (NFr)

$$NFr = \frac{Vh^2}{g.R}$$

Dengan :

Vh = Kecepatan horizontal (cm/det)

R = Jari-jari hidrolis

Jika NFr > 10⁻⁵ tidak akan terjadi aliran pendek.

d) Check terjadinya aliran turbulensi ditentukan oleh Reynold Number.

$$Nre = \frac{Vh.R}{\nu}$$

Bila Nre < 2000 untuk mencegah terjadinya aliran turbulensi.

2. Inlet Zone

Untuk memperluas aliran dari effluen ke settling zone.

Bila dipergunakan multiple opening :

$$Q = c.A.(2.g.H)^{1/2}$$

Dengan :

Q = Debit air buangan (m³/detik)

c = Faktor kontraksi 0,6

A = Luas area total m²

H = Beda tinggi air di saluran dan di bak.

3. Outlet Zone

Zone ini dibatasi oleh beban pelimpah yang merupakan banyaknya air yang melimpah perpanjang perperiode waktu.

a) Penentuan panjang weir :

$$\frac{Q}{n}.B(5.HW)$$

b) Tinggi diatas air weir :

$$Q = 0,342.L.H^{3/2}$$

Dengan :

L = Panjang weir (m)

H = Tinggi air diatas weir (m)

4. Sludge Zone

Untuk menampung material terendap dalam bentuk lumpur. Ruang lumpur berbentuk limas terpancung.

$$V = \frac{t}{3} \cdot \{A + A' + (A \cdot A')^{1/2}\}$$

Dengan :

A = Luas bagian atas limas (m²)

A' = Luas bagian bawah limas (m²)

(Sumber : Huisman, L, Prof. Ir., *Sedimentation and Flotation*)

% Removal = 50 – 70 % SS

(Sumber : *WWETDR, Metcalf and Eddy, hal 337*)

2.2.3 Pengolahan Sekunder (Secondary Treatment)

Pengolahan sekunder akan memisahkan koloidal dan komponen organik terlarut dengan proses biologis. Proses pengolahan biologis ini dilakukan secara aerobik maupun anaerobik dengan efisiensi reduksi BOD antara 75 - 90 % serta 90 % SS.

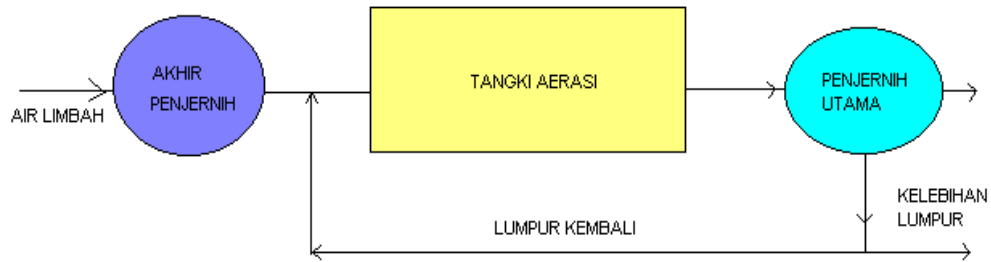
Macam-macam pengolahan sekunder adalah:

a. Pengolahan Lumpur Aktif (*Activated Sludge*)

Untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah prasedimentasi di metabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO₂ dan H₂O, sedang fraksi terbesar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi. Adapun proses didalam activated sludge, yaitu :

a. Konvensional

Pada sistem konvensional terdiri dari tangki aerasi, secondary clarifier dan recycle sludge. Selama berlangsungnya proses terjadi absorpsi, flokulasi dan oksidasi bahan organik



Gambar 2. 7 *Activated sludge sistem konvensional*

Tangki Aerasi

Oksidasi aerobik material organik dilakukan dalam tangki ini. Effluent pertama masuk dan tercampur dengan Lumpur Aktif Balik (*Return Activated Sludge =RAS*) atau disingkat LAB membentuk lumpur campuran (*mixed liquor*), yang mengandung padatan tersuspensi sekitar 1.500 - 2.500 mg/l. Aerasi dilakukan secara mekanik. Karakteristik dari proses lumpur aktif adalah adanya daur ulang dari biomassa. Keadaan ini membuat waktu tinggal rata-rata sel (biomassa) menjadi lebih lama dibanding waktu tinggal hidrauliknya (Sterritt dan Lester, 1988). Keadaan tersebut membuat sejumlah besar mikroorganisme mengoksidasi senyawa organik dalam waktu yang singkat. Waktu tinggal dalam tangki aerasi berkisar 4 - 8 jam.

Tangki Sedimentasi

Tangki ini digunakan untuk sedimentasi flok mikroba (lumpur) yang dihasilkan selama fase oksidasi dalam tangki aerasi. Seperti disebutkan diawal bahwa sebahgian dari lumpur dalam tangki penjernih didaur ulang kembali dalam bentuk LAB kedalam tangki aerasi dan

sisanya dibuang untuk menjaga rasio yang tepat antara makanan dan mikroorganisme (*F/M Ratio*).

Parameter yang umum digunakan dalam lumpur aktif (Davis dan Cornwell, 1985; Verstraete dan van Vaerenbergh, 1986) adalah sebagai berikut:

1. *Mixed-liqour suspended solids* (MLSS). Isi tangki aerasi dalam sistem lumpur aktif disebut sebagai *mixed liqour* yang diterjemahkan sebagai lumpur campuran. MLSS adalah jumlah total dari padatan tersuspensi yang berupa material organik dan mineral, termasuk didalamnya adalah mikroorganisma. MLSS ditentukan dengan cara menyaring lumpur campuran dengan kertas saring (filter), kemudian filter dikeringkan pada temperatur 105⁰C, dan berat padatan dalam contoh ditimbang.
2. *Mixed-liqour volatile suspended solids* (MLVSS). Porsi material organik pada MLSS diwakili oleh MLVSS, yang berisi material organik bukan mikroba, mikroba hidup dan mati, dan hancuran sel (Nelson dan Lawrence, 1980). MLVSS diukur dengan memanaskan terus sampel filter yang telah kering pada 600 - 650⁰C, dan nilainya mendekati 65-75% dari MLSS.
3. *Food - to - microorganism ratio* (F/M Ratio). Parameter ini merupakan indikasi beban organik yang masuk kedalam sistem lumpur aktif dan diwakili nilainya dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari (Curds dan Hawkes, 1983; Nathanson, 1986).

% Removal = 80 – 85 % COD

80 – 85 % TSS

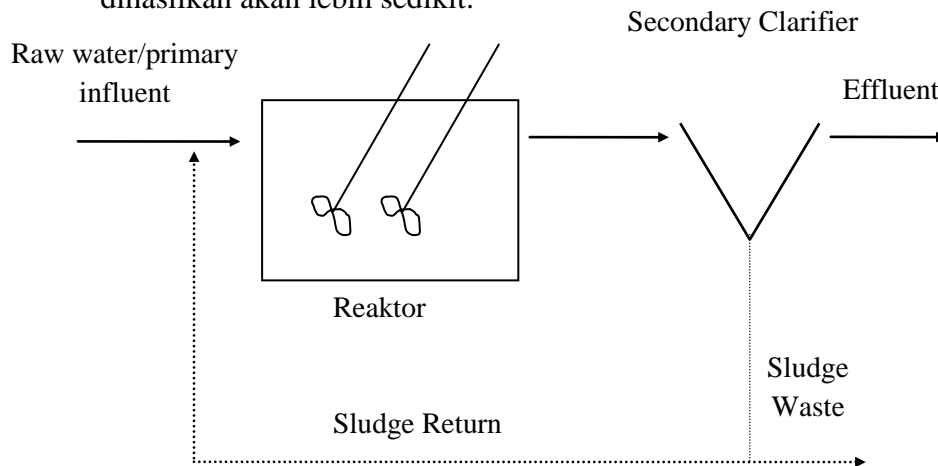
80 – 90 % N

(Sumber : WWETDR, Metcalf and Eddy, hal 484)

b. Nonkonvensional

1) Extended Aeration

Pada sistem ini reaktor mempunyai umur lumpur dan time detention (td) lebih lama, sehingga lumpur yang dibuang atau dihasilkan akan lebih sedikit.



Gambar 2. 8 Extended Aeration

% Removal = 75 – 90 % BOD

(Sumber : WWTP,Planing. Desing and operation, syed Qasim hal 328)

Rumus yang digunakan :

1. Nilai Koefisien pada Suhu T

$$k_T = k_{20} \cdot \theta^{(T-20)}$$

Dengan :

- k_T = Nilai koefisien pada suhu T
- k_{20} = Nilai koefisien pada suhu 20 °C
- θ = Koefisien temperatur aktif
- T = Suhu air buangan (Metcalf,679)

2. Perhitungan Konsentrasi Lumpur Recycle (X_r)

$$SVI = \frac{Vol \cdot 1000mg/g}{MLSS}$$

$$X_r = \frac{10^6}{SVI}$$

Dengan :

- SVI = Sludge Volume Index (mL/g)
- Vol = Lumpur mengendap setelah 30 menit, (mL/L)
- MLSS = Mixed Liquor Suspended Solid (mg/L)
- X_r = Konsentrasi lumpur recycle (mg/L) (*Metcalf,685*)

3. Debit Recycle (Q_R)

$$X_r \cdot Q_R = X (Q + Q_R)$$

Dengan :

- X_r = Konsentrasi lumpur recycle (mg/L)
- Q_R = Debit Recycle (m^3/s)
- X = MLSS (mg/L)
- Q = Debit air buangan (m^3/s) (*Metcalf,692*)

4. Volume Reaktor

$$V = \frac{Q_{in} \cdot \theta_c \cdot Y \cdot (S_o - S)}{x \cdot (1 + k_d \cdot \theta_c)}$$

Dengan :

- V = Volume bak aerasi (m^3)
- Q_{in} = Debit air buangan masuk ke bak aerasi (m^3/dtk)
- θ_c = Umur Lumpur (hari)
- Y = Koefisien Batas Pertumbuhan (mgVss/mgBOD)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- S = Konsentrasi BOD effluent (mg/L)
- X = MLSS (mg/L)
- K_d = Koefisien Endogeneous (hari) (*Archeivala,83*)

5. Debit masuk (Q_{in})

$$Q_{in} = Q + Q_R$$

Dengan :

- Q_{in} = Debit air buangan masuk ke bak aerasi (m^3/s)
- Q = Debit air buangan (m^3/s)
- Q_R = Debit Recycle (m^3/s)

6. Dimensi Bak Aerasi (Cek Volume)

$$V = P \cdot L \cdot H$$

Dengan :

- V = Volume bak aerasi (m³)
- P = Panjang bak aerasi (m)
- L = Lebar bak aerasi (m)
- H = Tinggi bak aerasi (m)

7. Cek Td

$$T_d = \frac{V}{Q}$$

Dengan :

- T_d = Waktu tinggal di bak aerasi (s)
- V = Volume bak aerasi (m³)
- Q = Debit air masuk bak aerasi (m³/s)

8. Cek Rasio (F/M)

$$F/M = \frac{Q \cdot S_o}{V \cdot X}$$

Dengan :

- F/M = Food to Microorganism ratio
- Q = Debit air masuk bak aerasi (m³/s)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- V = Volume bak aerasi (m³)
- X = MLSS (mg/L) (*Metcalf, 679*)

9. Cek Volumetrik Loading (L_{org})

$$L_{org} = \frac{Q \cdot S_o}{V}$$

Dengan :

- L_{org} = Volumetrik organic Loading (kg.BOD₅ / m³.hari)
- Q = Debit air masuk bak aerasi (m³/hari)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- V = Volume bak aerasi (m³) (*Metcalf, 679*)

10. Efisiensi (E)

$$E = \frac{(S_o - S)}{S_o} \times 100\%$$

Dengan :

- E = Efisiensi / persen removal (%)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- S = Konsentrasi BOD effluent (mg/L) (*Qasim,305*)

11. Power Impeller

$$P = W \cdot V \quad \text{karena, } W = G^2 \cdot \mu$$

$$\text{maka, } P = G^2 \cdot \mu \cdot V$$

Dengan :

- P = Power Impeller (N.m/dtk)
- V = Volume bak aerasi (m^3)
- G = Gradien kecepatan (/dtk)
- μ = Viskositas Absolute (N.dtk/ m^2) (*Reynold.190*)

12. Diameter Impeller

$$D_i = \left(\frac{P}{K_T \cdot n^3 \cdot \rho} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Dengan :

- D_i = Diameter Impeller (m)
- P = Power Impeller (N.m/dtk)
- K_T = Konstanta
- n = Kecepatan Impeller (Turbine) , (rps)
- ρ = Massa Jenis air pada suhu $T^\circ C$ (kg/m^3) (*Reynold.191*)

13. Cek NRe

$$Nre = \frac{D_i^2 \cdot n \cdot \gamma}{\mu}$$

Dengan :

- Nre = Nilai bilangan Reynold
- D_i = Diameter Impeller (m)
- n = Kecepatan Impeller (Turbine) , (rps)

- γ = Densitas air (gms/cm³)
- μ = Viskositas Absolute (N.dtk/m²)

14. Jumlah Produksi Lumpur

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + (kd \cdot \theta_c)}$$

$$P_x = \frac{Y_{obs} \cdot Q \cdot (S_o - S)}{(1000 \text{ g / kg})}$$

Dengan :

- Y_{obs} = Koefisien hyield observasi (g/g)
- Y = Koefisien Batas Pertumbuhan (mgVss/mgBOD)
- K_d = Koefisien Endogeneous (hari)
- θ_c = Umur Lumpur (hari)
- P_x = Produksi Lumpur (kg/hari)
- Q = Debit air buangan masuk ke bak aerasi (m³/dtk)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- S = Konsentrasi BOD effluent (mg/L) (*Lien, 1548*)

15. Jumlah oksigen yang diperlukan/hari

$$\text{Kg O}_2/\text{hari} = \frac{Q \cdot (S_o - S)}{(1000 \text{ g / kg})} \left(\frac{1}{f} - 1,42Y_{obs} \right) + \frac{Q(S_o - S)}{1000 \text{ g / kg}}$$

(*Lien, 1544*) / *PBI Putu Wesen*

Dengan :

- $\text{Kg O}_2/\text{hari}$ = Jumlah oksigen yang diperlukan/hari (kg/hari)
- Q = Debit air buangan masuk ke bak aerasi (m³/dtk)
- S_o = Konsentrasi BOD influent (mg/L)
- S = Konsentrasi BOD effluent (mg/L)
- f = Faktor konversi BOD₅ ke BOD₀ 0,67 (*Lien, 1549*)
- Y_{obs} = Koefisien hyield observasi (g/g)
- S_o = Konsentrasi NH₃ influent (mg/L)
- S = Konsentrasi NH₃ effluent (mg/L)

16. Kebutuhan Udara Teoritis

$$\text{Udara} = \frac{\text{kgO}_2 / \text{hari}}{\gamma_{\text{udara}} \cdot \% \text{O}_2 \text{ di udara}} \quad (\text{Lien, 1550}) / \text{PBI Putu Wesen}$$

Dengan :

- Udara = Kebutuhan Udara Teoritis (m³/hari)
- Kg O₂/hari = Oksigen yang diperlukan/hari (kg/hari)
- γ_{udara} = Densitas udara , 1,202 kg/m³ (Lien, 1550)
- % O₂ di udara = 23,2%

17. Kebutuhan Udara

$$\text{Keb.Udara} = \frac{\text{Udara}}{\text{Efisiensi difusi udara}}$$

(Lien, 1550) / PBI Putu Wesen

Dengan :

- Keb.Udara = Kebutuhan Udara (m³/hari)
- Udara = Kebutuhan Udara Teoritis (m³/hari)
- Efisiensi difusi udara = 8%

18. Total Kebutuhan Udara

$$\text{Total Keb.Udara} = \text{Keb.Udara} \times \text{Safety Faktor} \quad (\text{PBI Putu Wesen})$$

Dengan :

- Total Keb.Udara = Total kebutuhan udara (m³/hari)
- Keb.Udara = Kebutuhan Udara (m³/hari)

19. Removal TSS

$$\% \text{Removal} = \frac{\text{TSS}_{\text{in}} - \text{TSS}_{\text{out}}}{\text{TSS}_{\text{in}}} \times 100\%$$

$$\text{Berat TSS} = (\text{TSS}_{\text{in}} - \text{TSS}_{\text{out}}) \cdot Q$$

Dengan :

- %Removal = Efisiensi / persen removal (%)
- TSS_{in} = Konsentrasi TSS influent (mg/L)
- TSS_{out} = Konsentrasi TSS effluent (mg/L)
- Q = Debit air buangan (m³/hari)
- Berat TSS = Jumlah TSS (kg/hari)

20. Pipa Inlet

$$V_{in.AS} = V_{out.BP}$$

$$Q_{in} = \frac{Q_{in}}{\Sigma bak} \quad ; \quad D_{in} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{in}}{\pi \cdot V_{in}}}$$

Dengan :

- D_{in} = Diameter Pipa Inlet (m)
- Q_{in} = Debit Inlet Bak Activated Sludge (m^3/dtk)
- V_{in} = Kecepatan aliran pipa inlet (m/dtk)
- Σbak = Jumlah Bak Activated Sludge

21. Pipa Outlet

$$Q_{out} = \frac{Q_{out}}{\Sigma bak} \quad ; \quad D_{out} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{out}}{\pi \cdot V_{out}}}$$

Dengan :

- D_{out} = Diameter Pipa Outlet (m)
- Q_{out} = Debit Outlet Bak Activated Sludge (m^3/dtk)
- V_{out} = Kecepatan aliran pipa Outlet (m/dtk)
- Σbak = Jumlah Bak Activated Sludge

22. Pipa Resirkulasi

$$Q_r = \frac{Q_r}{\Sigma bak} \quad ; \quad D_r = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_r}{\pi \cdot V_r}}$$

Dengan :

- D_r = Diameter Pipa Resirkulasi (m)
- Q_r = Debit Resirkulasi Bak Activated Sludge (m^3/dtk)
- V_r = Kecepatan aliran pipa Resirkulasi (m/dtk)
- Σbak = Jumlah Bak Activated Sludge

23. Design Blower

$$\text{Kebutuhan Blower} = \frac{\text{Kebutuhan Udara}}{\text{Kapasitas Blower}}$$

24. Pompa Resirkulasi

- a. Kecepatan Pompa (V)

$$Q = V \times A$$

$$\text{Karena} \rightarrow A = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$V = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

Dengan :

- V = Kecepatan Pompa (m/dtk)
- Q = Debit aliran (m³/dtk)
- D = Diameter Pompa (m) *(Spellman,14.2)*

b. Headloss Mayor (Hf.Mayor)

$$Q = 0,278 \times C \times D^{2,63} \left[\frac{Hf}{L} \right]^{0,54}$$

$$Hf = \frac{10,7 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Dengan :

- Hf = Headloss mayor (m)
- L = Panjang pipa (m)
- Q = Debit aliran (m³/dtk)
- C = Koefisien kecepatan aliran
- D = Diameter pipa (m) *(Qasim,183)*

c. Headloss Minor (Hf.Minor)

$$Hf.m = K \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Dengan :

- Hf.m = Headloss minor (m)
- K = Koefisien Headloss
- V = Kecepatan pompa (m/dtk)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/dtk²)

d. $TH = H_s + H_f \text{ total} + H_{f.m} \text{ total}$

Dengan :

- TH = Total Head (m)
- H_s = Head static (m)
- $H_f \text{ total}$ = total Headloss mayor (m)
- $H_{f.m} \text{ total}$ = total Headloss minor (m) (*Qasim, 182*)

2.2.4 Pengolahan Tersier (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu, oleh karena itu pengolahan jenis ini akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua, banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah khusus diantaranya yang mengandung fenol, nitrogen, fosfat, bakteri patogen dan lainnya. Unit pengolahan tersier ini terdiri dari :

a. Bak Pengendap II (*Secondary Clarifier*)

Bangunan ini digunakan untuk mengendapkan lumpur setelah proses sebelumnya, biasanya proses lumpur aktif. Pada unit pengolahan ini, terdapat scrapper blade yang berjumlah sepasang yang berbentuk vee (V). Alat tersebut digunakan untuk pengeruk lumpur yang bergerak, sehingga sludge terkumpul pada masing – masing vee dan dihilangkan melalui pipa dibawah sepasang blades. Lumpur lepas dari pipa dan masuk ke dalam sumur pengumpul lumpur yang terdapat di tengah bagian bawah clarifier.. Lumpur dihilangkan dari sumur pengumpul dengan cara gravitasi.

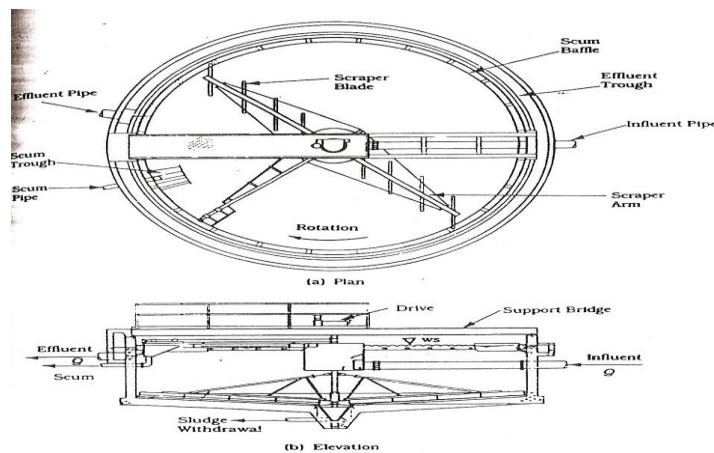
Waktu tinggal berdasarkan rata-rata aliran per hari, biasanya 1 – 2 jam. Kedalaman clarifier rata – rata 10 – 15 feet (3 – 4,6 meter). Clarifier yang menghilangkan lumpur biasanya mempunyai kedalaman ruang lumpur (sludge blanket) yang kurang dari 2 feet (0,6 meter).

Secondary clarifier merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem activated sludge. Bagian ini berperan dalam proses pemisahan lumpur dari limbah

yang telah diolah di dalam reaktor biologi. Ada lima parameter yang paling berpengaruh terhadap performa secondary clarifier, yaitu:

- Konsentrasi MLSS yang masuk ke clarifier
- Debit air limbah
- Debit resirkulasi system activated sludge
- Luas permukaan clarifier, dan
- Kemampuan mengendap lumpur.

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu, oleh karena itu pengolahan jenis ini akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua, banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi lingkungan. Pengolahan ini merupakan pengolahan khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah. Biasanya dilaksanakan pada industri yang menghasilkan air limbah khusus, yaitu seperti mengandung fenol, nitrogen, fosfat dan bakteri pathogen lainnya. Salah satu contoh pengolahan ketiga ini adalah bangunan clarifier. Clafier sama saja dengan bak pengendap pertama. Hanya saja clarifier biasa digunakan sebagai bak pengendap kedua setelah proses biologis.



Gambar 2. 9 Secondary clarifier

Rumus yang digunakan :

a) Zona Settling

a. Luas area surface (As)

$$A_s = \frac{Q}{\text{Surface loading}}$$

b. Diameter bak (D)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

(Dengan syarat 3 – 60 m)

c. Diameter inlet wall

$$D_{\text{inlet wall}} = 10\% \cdot D_{\text{bak}}$$

$$A_{\text{inlet wall}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

d. Diameter total

$$D_{\text{total}} = D_{\text{bak}} + D_{\text{inlet wall}}$$

e. Slope (s)

$$S = 50 \text{ mm / m} \cdot m \times D_{\text{bak}}$$

f. Kecepatan Pengendapan Partikel (Vs)

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

$$- N_{Re} = \frac{V_s \cdot dp}{\nu}$$

g. Kecepatan Horizontal (Vh)

$$V_h = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot h}$$

h. Jari - jari hidrolis

$$- R = \frac{r \cdot h}{r + 2 \cdot h}$$

$$- N_{Re} = \frac{V_h \cdot R}{\nu}$$

b) Zona Inlet

a. Luas penampang (A)

$$A = \frac{Q}{V}$$

b. Diameter pipa (D)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

c) Zona Sludge

a. BOD5 effluent

$$C_n = C_o - (C_o \times \% \text{ Removal})$$

b. TSS effluent

$$C_n = C_o - (C_o \times \% \text{ Removal})$$

c. COD effluent

$$C_n = C_o - (C_o \times \% \text{ Removal})$$

d. Berat Jenis Solid (ρ)

$$\rho = (70 \% \times S_g \text{ volatile solid}) + (40 \% \times S_g \text{ fixed solid})$$

e. Berat jenis sludge (S_i)

$$S_i = (5 \% \times 1,91 \text{ gr/cm}^3) + (95 \% \times 1 \text{ gr/cm}^3)$$

f. Berat Solid

$$\text{Berat solid} = \text{Removal SS} \times Q$$

g. Volume solid

$$\text{Vol solid} = \frac{\text{Berat solid}}{\text{Berat jenis solid}}$$

h. Berat air

$$\text{Berat air} = \frac{95\%}{5\%} \cdot \text{Berat solid (PxSS)}$$

i. Volume air

$$\text{Vol air} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Berat jenis air}}$$

d) Zona outlet

a. Pelimpah atau weir

- Panjang tiap weir

$$L = \pi \cdot (D_{\text{bak}} - D_{\text{inlet wall}})$$

- Jumlah V notch

$$n = \frac{L \text{ weir}}{\text{Jarak antar weir}}$$

- Debit air yang mengalir tiap V notch

$$Q = \frac{Q \text{ tiap bak}}{n}$$

- Kedalaman V notch

$$Q = 8/15 \cdot Cd \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot \tan \theta/2 \cdot H^{3/2}$$

- Panjang basah tiap pelimpah

$$Li = \frac{2 \cdot h}{\text{tag } 45^\circ}$$

- Panjang basah total

$$Ln = n \cdot Li$$

b. Saluran Pelimpah

- Luas Penampang (A)

$$A = \frac{Q_{in}}{V}$$

- Tinggi air diatas pelimpah

$$Q = 1,84 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

b. Filter Press

Filter press adalah salah satu equipment yang banyak digunakan pada berbagai industri. Fungsi utama filter press ini adalah memisahkan dua fase yang berbeda dengan cara proses filtrasi menggunakan tekanan angin dan filter cloth. Air atau liquid yang hendak dipisahkan dari fase slurry dipompakan kedalam filter press untuk melewati selaput membrane.

Kotoran atau sludge akan tertinggal pada cloth, sedangkan cairan yang bersih atau yang diinginkan akan tersaring dan keluar melalui pipa kapiler yang terhubung dengan filter cloth.

- Bagian-Bagian Filter Press

Ada empat bagian utama dari filter press, antara lain ;

a. Frames/rangka

Merupakan tempat dimana seluruh rangkaian filter press di rakit.

b. Filter Plates

Merupakan papan, tempat dimana filter cloth diletakan dan proses pressing pada sludge terjadi.

c. Manifold

Terdiri dari pipa dan valve dimana slurry masuk dan air keluar.

d. Filter Cloth

Merupakan baju dari si filter press dimana proses penyaringan terjadi. Ukuran dan jenis filter cloth ini amat bervariasi tergantung dari jenis slurry ataupun liquid yang hendak diambil.

- Fungsi dari Filter Press

Secara umum ada 3 fungsi utama dari sebuah filter press, yang ketiganya amat diperlukan di dunia industri. Ketiga fungsi tersebut antara lain :

1. Fungsi Filtrasi

Filter press, sesuai dengan namanya bisa menyaring kotoran ataupun sludge yang masuk sehingga berkumpul menjadi kumpulan lumpur yang lebih kental konsentrasinya. Dalam proses ini, air yang bersih atau lebih sedikit mengandung pengotor lumpur akan keluar melalui jalur pemipaan.

2. Fungsi Cake Forming

Dengan proses penekanan lumpur secara bertahap, akan terbentuk cake yang seragam dalam filter plate. Dimana ketika filter plate satu telah penuh maka proses cake forming akan berlanjut ke filter plate selanjutnya.

3. Fungsi Dewatering

Dengan bantuan kompressor, angin akan dipompakan memasuki rongga-rongga filter plates untuk membuat cake yang terbentuk tadi berkurang kadar airnya. Dengan proses dewatering ini akan didapatkan cake dengan kadar air kurang dari 40% sehingga cake yang dibuang menjadi lebih ringan.

- Proses Pembersihan Filter Press

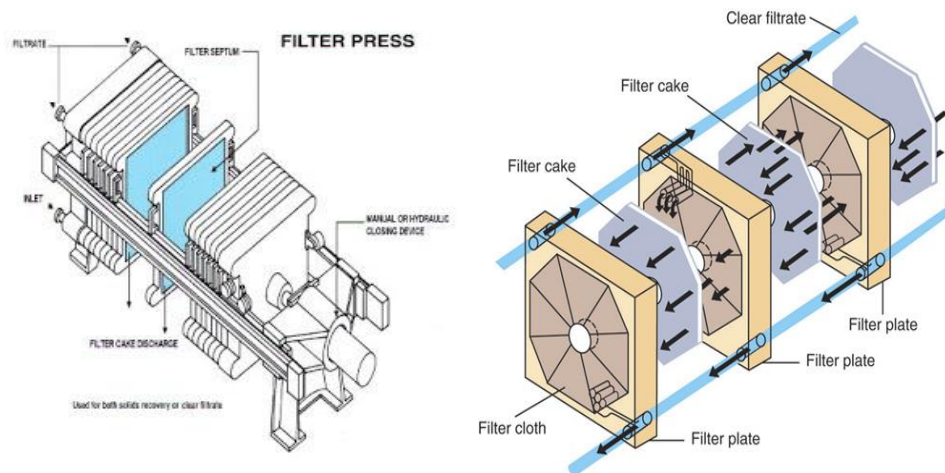
Dalam proses pembersihannya ada dua macam filter press yang dapat dipilih, antara lain ;

1. Filter Press dengan Pembersihan Secara Manual

Yakni filter press ini dibersihkan dengan menggunakan sikat yang didorong secara manual untuk membuat cake sludge jatuh ke dalam sludge box. Masing-masing filter plates digerakkan secara manual ke belakang sehingga sludge cake dapat dengan mudah dibuang.

2. Filter Press dengan pembersihan secara automatic

Filter Plates bergerak berdasarkan sensor, dimana jika salah satu filter plate telah bersih dari cake maka plate akan bergerak dengan sendirinya. Namun begitu proses pembersihan masih perlu dilakukan secara manual oleh operator yang ada.



Gambar 2.10 Filter Press

2.3 Persen Removal

Tabel 2.2 Persen Removal Unit Pengolahan Air Limbah

Unit Pengolahan	% Removal	Sumber
I. Pre Treatment		

Screening	20 – 30 % SS 20 – 30 % BOD	Syed R.Qasim, WWTP Planning, Design, and Operation, hal 156
II. Primary Treatment		
Flotasi		
Induced Gas Flotation	90 - 95% Oil	Metcalf & Eddy, WWET Disposal, and Reuse 4 nd edition 1979, page 1420 Siemens, Hydrocell [®] Induced Gas Flotation Separators
Bak pengendap I	50 – 70% TSS 25 – 40% BOD	Metcalf & Eddy, WWET Disposal, and Reuse 4th edition, hal 396
Bak Equalisasi	10 – 20% BOD 23 – 47% SS	Reynold/Richard, Unit Operation & Processes in Env.Engineering, 2 nd edition, hal 152
Netralisasi	Ph 6,5 – 9	Reynold/Richard, Unit Operation & Processes in Env.Engineering, 2 nd edition, hal 161
II. Secondary Treatment		
Activated Sludge	85 – 95% BOD 80 – 95% COD 95 – 99% Phenol 33 – 99% NH ₃ - N 80 – 97% H ₂ S	Metcalf & Eddy, WWET Disposal, and Reuse 4 nd edition, page 484, 337 & 396. Cavaseno, Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering, page

		15
IV. Tertiary Treatment		
Bak pengendap II (Clarifier)	50 – 80% TSS 25 – 40% BOD 25 – 40% COD	Syed R. Qasyim, WWTP, Planing, design and operation, page 66
Filter Press	-	Draco [®] , Filter Press/Toro, <i>Wastewater Equipment Industries</i>

2.4 Profil hidrolis

Profil hidrolis adalah upaya penyajian secara grafis “*hidrolik grade line*” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan (influen-effluen) dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, untuk mengetahui kebutuhan pompa, dan untuk memastikan tingkat terjadinya banjir atau luapan air akibat aliran balik. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam membuat profil hidrolis adalah sebagai berikut :

- Kehilangan Tekanan pada Bangunan Pengolahan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu :

1. Kehilangan Tekanan pada Perpipaan dan Aksesoris
2. Tinggi Muka Air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan, sehingga akan dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air.