

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Karakteristik Air Limbah

Secara umum air limbah merupakan hasil buangan dari aktivitas manusia dengan wujud air atau terlarut di air. Sama seperti limbah padat atau sampah, air limbah juga memerlukan pengolahan agar tidak membahayakan lingkungan sekitar. Dalam upaya melakukan pengolahan, terdapat peraturan yang mengatur buangan limbah cair ini. Salah satunya merupakan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Didalamnya terdapat baku mutu industri, dimana tiap industri memiliki baku mutu yang berbeda-beda.

Industri mie termasuk sebagai industri pangan. Dimana hasil buangan atau air limbahnya tidak mengandung bahan berbahaya atau logam berat yang membahayakan secara langsung bagi lingkungannya. Namun, jika dibuang ke badan air tanpa diolah tetap akan membahayakan bagi lingkungan dalam jangka waktu Panjang. Sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, parameter limbah industri mie yang diatur sebagai berikut:

II.1.1 *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai senyawa organik yang terlarut dalam air secara biologis (Alaerth dan Santika, 1987). Pemeriksaan terhadap BOD dilakukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan untuk mendesain instalasi pengolahan limbah secara biologis bagi air buangan. Kandungan BOD pada air limbah industri ini adalah 2000 mg/l, sedangkan baku mutu BOD yang diperbolehkan sebesar 50 mg/l (Pergub JATIM No. 72 tahun 2013).

II.1.2 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk

menguraikan benda organik dengan menggunakan bahan kimiawi (Qasim, 1985). Nilai COD selalu lebih tinggi dari BOD. Hal ini terjadi karena terdapat banyak zat organik yang susah teroksidasi secara biologis. Kandungan COD pada air limbah industri ini adalah 4000 mg/l, sedangkan baku mutu COD yang diperbolehkan dibuang ke badan air sebesar 120 mg/l (Pergub JATIM No. 72 tahun 2013).

II.1.3 Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan total dari partikel yang tidak terlarut dalam air yang menyebabkan air menjadi keruh dan tidak dapat mengendap secara langsung. Padatan ini dapat berbentuk koloid yang sangat susah untuk mengendap karena ukurannya. TSS pada air limbah industri ini adalah 2000 mg/l, sedangkan baku mutu mengatur TSS diperbolehkan dibuang ke lingkungan dengan kadar sebesar 50 mg/l (Pergub JATIM No. 72 tahun 2013).

II.1.4 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak yang mencemari air dapat dikategorikan ke dalam kelompok padatan yang mengapung di atas permukaan air. Minyak dan lemak umumnya sukar diurai oleh bakteri. Bahkan karena berat jenisnya yang lebih kecil dibanding air, minyak dapat membentuk lapisan tipis di permukaan air yang mengakibatkan terhalangnya oksigen yang masuk dalam air. Kandungan minyak dan lemak yang ada di air limbah industri ini adalah 1000 mg/l, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan sebesar 20 mg/l (Pergub JATIM No. 72 tahun 2013).

II.1.5 pH

pH atau derajat keasaman merupakan kondisi yang menentukan lingkungan asam atau basa berdasarkan indikator yang ada. Rentang pH untuk keberadaan kehidupan biologis pada umumnya 6-9. Air limbah dengan kondisi pH yang ekstrim menyebabkan sulitnya pengolahan secara biologis, karena tidak semua mikroorganisme dapat hidup pada pH ekstrim. pH pada air limbah industri ini adalah 8, dengan baku mutu yang telah ditentukan pH berada pada rentang 6-9 (Pergub JATIM No. 72 tahun 2013).

II.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

Pengolahan air buangan dilakukan berdasarkan kandungan yang terdapat pada air buangan. Tujuan pengolahan air buangan adalah untuk mengurangi kadar kandungan yang ada di air buangan menjadi lebih rendah agar sesuai dengan baku mutu. Pengolahan dapat dilihat berdasarkan tingkat perlakuannya, yaitu:

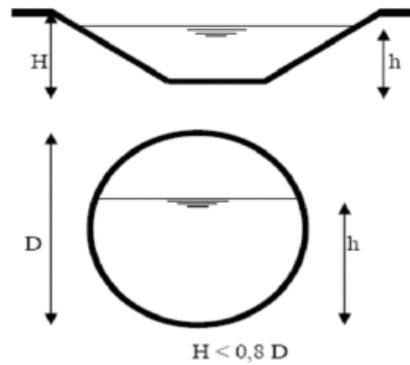
1. Pengolahan Pendahuluan (*Pre treatment*)
2. Pengolahan Pertama (*Primary treatment*)
3. Pengolahan Kedua (*Secondary treatment*)
4. Pengolahan Ketiga (*Tertiary treatment*)
5. Pengolahan Lumpur (*Sludge treatment*)

II.2.1 Pengolahan Pendahuluan (*Pre treatment*)

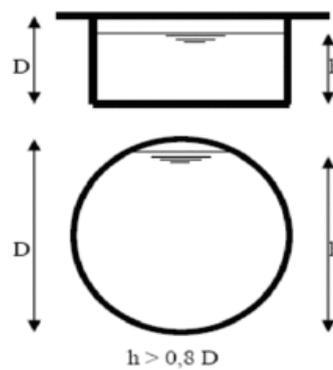
Pengolahan pendahuluan merupakan proses awal pada pengolahan air buangan. Umumnya pengolahan dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah yang terapung yang tidak mungkin untuk diolah pada pengolahan selanjutnya. Unit pengolahan ini meliputi:

- a. Saluran pembawa

Saluran pembawa merupakan saluran yang berfungsi untuk mengantarkan air antar bangunan pengolahan air buangan. Saluran ini biasanya terbuat dari dinding berbahan beton. Saluran pembawa dibedakan menjadi saluran terbuka dan tertutup. Saluran pembawa terbuka merupakan sistem saluran yang permukaan airnya masih terpengaruh oleh udara luar. Beberapa macam bentuk saluran pembawa terbuka diantaranya trapesium, segi empat, lingkaran, ataupun kombinasi dari bentuk tersebut. Sedangkan saluran pembawa tertutup merupakan sistem yang permukaan airnya tidak terpengaruh oleh udara luar.



Gambar 2. 1 Saluran terbuka



Gambar 2. 2 Saluran tertutup

Kriteria perencanaan:

- Kecepatan aliran (v) = 0,2 m/s – 0,8 m/s
- Freeboard = 5% - 30%
- Koef. Manning (n) = 0,013 (beton)

b. Screeni

Screen merupakan bangunan yang berfungsi untuk menghilangkan atau memisahkan air dari padatan yang masih mengapung pada permukaan air. Jika tidak dilakukan penyaringan, maka padatan ini akan mempengaruhi pengolahan pada bangunan selanjutnya. Secara umum *screen* dibagi menjadi tiga tipe, yaitu:

1. *Coarse screen* (Saringan kasar)

Saringan kasar mempunyai bukaan antara 6-150 mm. Pembersihan penyaring kasar dapat secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia atau secara mekanik dengan menggunakan mesin. Kriteria bar screen dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kriteria Bar Screen

No	Bagian	Manual	Mekanik
1	Ukuran kisi - Lebar - Dalam	5 – 15 mm 25 – 75 mm	5 – 15 mm 25 – 75mm
2	Jarak antar kisi	25 – 50 mm	15 – 75 mm
3	Sloop	30° – 40°	0° – 30°
4	Kecepatan melalui bar	0.3 – 0.6 m/s	0.6 – 1.0 m/s
5	Head loss	150 mm	150 mm

Sumber: *Metcalf & Edy*

2. *Fine screen* (Saringan halus)

Saringan halus pada umumnya diaplikasikan untuk menurunkan TSS serta BOD pada air buangan. Penyaring halus pada umumnya mempunyai variasi bukaan antara 0.2-6 mm. Screen ini dapat digunakan untuk pengolahan pendahuluan (*pre treatment*) maupun pada pengolahan pertama (*primary treatment*).

3. *Microscreen*

Microscreen berfungsi untuk menyaring padatan halus yang berukuran kurang dari 0.5 μm . Prinsipnya adalah dengan menghilangkan bahan padat kasar dengan sederet bahan baja yang diletakan dan dipasang melintang arah aliran. Kecepatan aliran harus lebih dari 0,3 m/detik, sehingga bahan padatan bahan padatan yang tertahan di depan tidak

terjepit. Jarak antar batang adalah 20-40 mm dan bentuk penampang batang tersebut persegi empat, dengan panjang berukuran 10 mm x 50 mm.

Kriteria perencanaan:

- Kecepatan aliran (v) = 0,3 m/s – 0,6 m/s
- Lebar batang (d) = 4 mm – 8 mm
- Jarak antar batang (r) = 25 mm – 75 mm
- Slope dengan horizontal = 45° – 60°
- Headloss max (H_f) = 150 mm
- Faktor bentuk batang (β) = 1,79
- Koefisien headloss
Clogging (C_c) = 0,6
Non clogging (C) = 0,7

II.2.2 Pengolahan Pertama (*Primary treatment*)

Pada pengolahan pertama atau utama ini terjadi proses secara fisik dan kimia. Proses fisik dapat berupa pemisahan padatan tersuspensi dengan pengendapan maupun dengan penambahan bahan kimia. Berikut merupakan proses yang ada pada pengolahan pertama:

a. Bak equalisasi

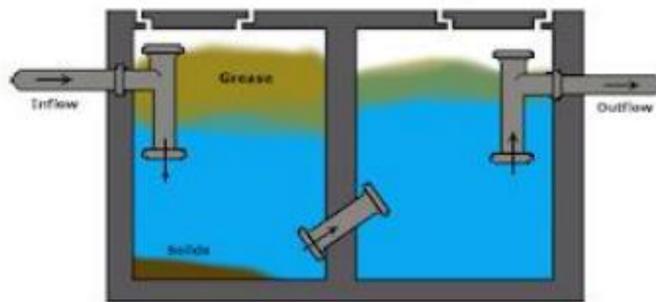
Bak equalisasi merupakan bak yang bertujuan untuk mengatur debit limbah agar tetap seragam pada proses selanjutnya. Selain itu bak equalisasi berfungsi untuk menyamakan konsentrasi limbah, sehingga pada proses selanjutnya kondisi yang diberikan optimum.

Kriteria perencanaan:

- Jumlah bak = 1
- Waktu tinggal (t_d) = 1 jam
- Kecepatan aliran (v) = 0,3 m/s – 2,5 m/s
- Tebal dinding = 30 cm

b. Grease trap

Grease trap berfungsi untuk menyisahkan minyak dan lemak yang ada pada air limbah, sehingga tidak mengganggu pada proses pengolahan selanjutnya. Grease trap terdiri dari dua kompartemen, yaitu kompartemen pertama (2/3 dari total panjang) dan kompartemen kedua (1/3 dari total panjang). Grease trap dilengkapi dengan lubang control (manhole) dengan diameter minimum 0,6 m. Grease trap mampu menyisahkan hingga 80% minyak dan lemak (EPA, 1998). Disarankan kecepatan aliran dalam grease trap 2-6 m/jam dan waktu tinggal 5-20 menit.



Gambar 2. 3 Grease Trap

Kriteria perencanaan:

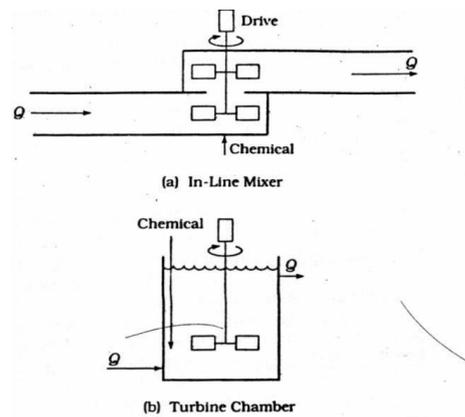
- Kecepatan aliran (v) = 2 m/jam – 6 m/jam
- Waktu detensi (t_d) = 5 – 20 menit
- NRe laminar < 800
- Massa jenis minyak (ρ') = 0,82 – 0,85 kg/l = 820 – 850 kg/m³
- Diameter butir minyak (d_2) = \pm 150 μ m
- Massa jenis air (ρ) = 1200 kg/m³

c. Koagulasi

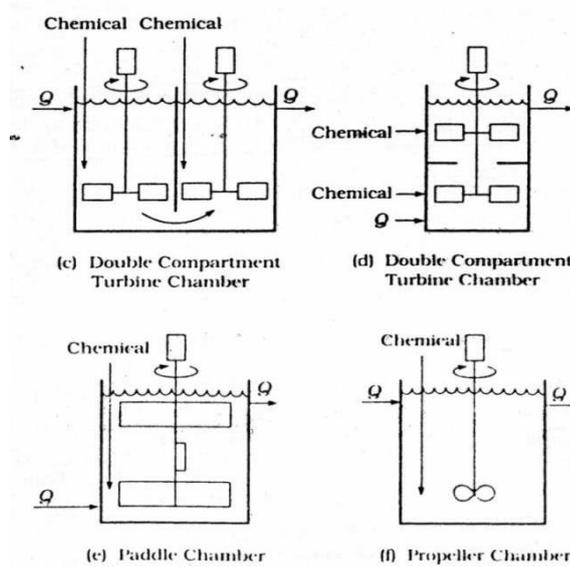
Koagulasi adalah proses pengadukan cepat dengan penambahan koagulan, hasil yang didapat dari proses ini adalah destabilisasi koloid dan suspended solid, proses ini adalah awal pembetulan partikel yang stabil. Jenis-jenis koagulan yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$)

2. Ferro Sulfat
3. Ferri Sulfat
4. Ferri Klorida



Gambar 2. 4 Pengadukan cepat



Gambar 2. 5 Jenis-jenis pengaduk

Berdasarkan metodenya, pengadukan dibedakan menjadi:

1. Pengadukan Mekanis

Merupakan pengadukan menggunakan peralatan mekanis yang terdiri atas motor, poros pengaduk (shaft), dan alat pengaduk (impeller).

Peralatan tersebut digerakkan dengan motor bertenaga listrik. Berdasarkan bentuknya, ada tiga macam impeller, yaitu paddle (pedal), turbine, dan propeller (baling-baling).

2. Pengadukan Hidrolis

Pengadukan hidrolis merupakan pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu aliran. Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan cepat haruslah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang besar. Dalam hal ini dapat dilihat dari besarnya kehilangan energi (headloss) atau perbedaan muka air. Dengan tujuan menghasilkan turbulensi yang besar tersebut, maka jenis aliran yang sering digunakan sebagai pengadukan cepat adalah terjunan, loncatan hidrolik, dan parshall flume.

3. Pengadukan Pneumatis

Pengadukan pneumatis merupakan pengadukan yang menggunakan udara (gas) berbentuk gelembung sebagai tenaga pengadukan. Gelembung tersebut dimasukkan ke dalam air dan akan menimbulkan gerakan pada air. Injeksi udara bertekanan ke dalam air akan menimbulkan turbulensi, akibat lepasnya gelembung udara ke permukaan air. Aliran udara yang digunakan untuk pengadukan cepat harus mempunyai tekanan yang cukup besar sehingga mampu menekan dan menggerakkan air

Kriteria perencanaan:

Bak Koagulasi

- Gradien kecepatan (G) = 700 – 1000/s
- Waktu detensi (t_d) = 20 – 60 s
- Viskositas absolut (μ) untuk suhu 32°C = $0,7670 \cdot 10^{-2}$ gr/cm.s = $0,7670 \cdot 10^{-3}$ kg/m.s

- Kecepatan pengadukan (n) = 10-150 rpm
- Tinggi bak (h) = 1 – 1,25 lebar bak
- Diameter turbine = 30% – 50% D_i
- Lebar paddle (W_i) = 1/6 – 1/10 diameter paddle
- $NRE > 10.000$

Bak Flokulasi

- Waktu detensi (t_d) = 30 - 60 menit (Pengadukan lambat)
- Gradien kecepatan (G) = 50 - 100 /s (Pengadukan lambat)
- Diameter *paddle* (D_i) = 30 - 50% lebar bak
- Lebar *paddle* (W_i) = 1/6 – 1/10 lebar bak
- Kecepatan putaran *paddle* (n) = 20-150 rpm
- Tinggi bak Flokulasi = 1 - 1,25 Lebar bak
- GT value = 50000 – 100000 (pengadukan lambat)
- Koefisien kekasaran aksesoris (K) :

Elbow $90^\circ = 1,1$

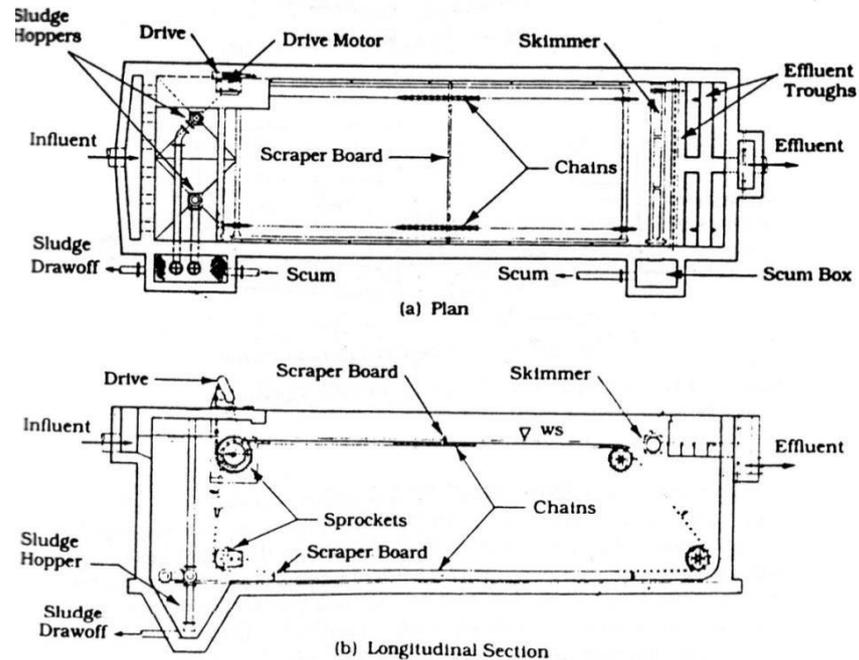
Gate Valve = 0,2

Check Valve = 2,5

Tee = 1,00

d. Bak pengendapan

Pengendapan atau sedimentasi merupakan pemisahan padatan dan cairan (solid-liquid) dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengendapkan partikel suspensi. Bak Sedimentasi bertujuan untuk mengurangi kekeruhan dan kontaminan kontaminan air yang telah tergabung dalam flok-flok yang dihasilkan pada proses flokulasi.



Gambar 2. 6 Bak pengendap

Sedimentasi dilakukan setelah proses koagulasi dan flokulasi dimana tujuannya adalah untuk memperbesar partikel padatan sehingga menjadi lebih berat dan dapat tenggelam dalam waktu lebih singkat. Sedimentasi bisa dilakukan pada awal maupun pada akhir dari unit sistim pengolahan.

Kriteria perencanaan:

- Bentuk bak pengendap 1 yaitu circular
- Diameter = 3 – 60 m
- Waktu detensi (td) = 1,5 – 2,5 jam
- *Peak flow rate* = 80 – 120 m²/hari
- *Weir Loading Rate* = 125 – 500 m²/hari
- *Over Flow Rate (average flow)* = 30 – 40 m/hari
- Diameter inlet well = 15 – 20% diameter tangka
- Tinggi inlet well = 0,5 – 0,7 m
- Kedalaman tangki = 3,5 – 6 m
- MLSS = 4000 – 12000 mg/L
- Bilangan Reynold (NRe) untuk Vs < 1 (laminar)

- Bilangan Reynold (N_{re}) untuk $V_h < 2000$ (laminer)
- Bilangan Froude (N_{fr}) $> 10^{-5}$ (laminer)
(Badan Standardisasi Nasional, 2008).
- *Specific Gravity Solid (Primary Sludge)* = 1,4
- *Specific Gravity Sludge (Sg)* = 1,02
- Factor friksi Darcy-Weisbach (f) = 0,02 – 0,03
- Massa jenis solid (ρ_s) = $S_g \times \rho$
= $1,005 \times 996 \text{ kg/m}^3$
= $1000,9 \text{ kg/m}^3$
- Freeboard (fb) = 5 – 30% kedalaman
Konstanta kohesi untuk partikel yang saling mengikat (k) = 0,06

II.2.3 Pengolahan Kedua (*Secondary treatment*)

a. *Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*

Pada prinsipnya reaktor UASB terdiri dari lumpur padat yang berbentuk butiran. Lumpur tersebut ditempatkan dalam suatu reaktor yang didesain dengan aliran ke atas. Air limbah mengalir melalui dasar bak secara merata dan mengalir secara vertikal, sedangkan butiran sludge akan tetap berada atau tertahan dalam reaktor. Karakteristik pengendapan butiran sludge dan karakteristik air limbah akan menentukan kecepatan upflow yang harus dipelihara dalam reaktor.

Biasanya kecepatan aliran ke atas berada pada rentang 0,5 – 0,3 m/jam. Untuk mencapai formasi sludge blanket yang memuaskan, pada saat kondisi hidrolis puncak (debit puncak) kecepatan dapat mencapai antara 2 – 6 m/jam. Gas yang terperangkap dalam butiran sludge sering mendorong sludge tersebut ke bagian atas reaktor, yang disebabkan oleh berkurangnya densitas butiran. Untuk itu diperlukan pemisahan butiran sludge di luar reaktor dan kemudian dikembalikan lagi ke dalam reaktor.

Hal ini dapat dilakukan dengan membuat gas-solid-liquid separator yang ditempatkan di bagian atas reaktor. Gas yang terbentuk dapat ditampung dalam separator tersebut dan sludge dikembalikan lagi ke

reaktor. Masalah yang dihadapi pada UASB terutama adalah sludge yang bergerak naik yang disebabkan oleh turunnya densitas sludge. Disamping itu juga turunnya aktivitas spesifik butiran.

Beragamnya densitas sludge memberikan ketidak seragaman sludge blanket sehingga sebagai akibatnya sludge akan ikut keluar reactor. Tingginya konsentrasi suspended solid dan fatty mineral dalam air limbah juga merupakan masalah operasi yang serius. Suspended solid dapat menyebabkan penyumbatan (clogging) atau channeling. Adsorpsi suspended solid pada sludge juga akan mempengaruhi proses air limbah yang mengandung protein atau lemak menyebabkan pembentukan busa.

Kriteria perencanaan:

- Synthesis Yield (Y_H) = 0,05 – 0,10 g VSS/g COD
 - Decay Coefficient (b_H) = 0,02 – 0,04 g/g.hari
 - Energi pada Metan (θ^0) = 38,846 kJ/m³
 - Konsentrasi Gas Metan = 60 -70%
 - Produksi Metan (θ^0) = 0,35 l/g COD
 - H separator (gas kolektor) = 1,5 – 2 m / 2 – 3 m
 - Slope gas kolektor = 45° - 60°
 - Upflow Velocity (v) = 0,8 – 1 m/jam
 - Organic Loading Rate (OLR) = 5 – 15 kg COD/m³.hari
 - F_d = 0,1 g VSS cell debris/g VSS biomass decay
 - Average solids concentration in process volume = 39 kg VSS/m³
 - Solids retention time (SRT) = >30 hari
 - Hydraulic retention time (HRT) = 4-16 jam
 - Sludge content = 35-40 kg VSS/m³
- H reactor = 3 – 7 m

b. *Activated Sludge*

Activated Sludge merupakan pengolahan biologis secara aerobik, dimana terjadi perubahan bentuk anorganik menjadi lebih stabil. Dimana bahan

organic yang tersisa setelah prasedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO_2 dan H_2O , sedangkan freaksi yang besar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi.

Kriteria perencanaan:

Bak Pengendap 1

- Umur lumpur (θ_c) = 3 – 15 hari
- F/M Ratio = 0,1 - 0,6
- Ratio Resirkulasi = 0,25 - 1,5
- Waktu detensi (t_d) = 6 – 8 jam
- Yield Coefficient (Y) = 0,5 – 0,7 g VSS/g BOD₅ removed
- Endogenous Respiration Coefficient (K_d) = 0,06 – 0,10 g VSS/g VSS.d
- Coefficient k = 2 – 10 g bsCOD/g VSS.d
- Coefficient k_s = 0,06 – 0,10 g VSS/g VSS.d
- Rasio VSS/SS = 0,60 – 0,85
- MLVSS (X_v) = 1500 – 3000 mg/L
- MLSS (X) = 1200 – 4000 mg/L
- Rasio Resiskulasi (R) = 0,25 – 0,5
- *Safety Factor* = 1,75 – 2,5
- Koefisien temperature aktif (θ) = 1,02 – 1,25
- Tinggi bak = 1 – 3
- factor konversi BOD₅ ke BOD_L (f) = 0,68

Bak Pengendap 2

- Diameter = 3 – 60 m
- Waktu detensi (t_d) = 1,5 – 2,5 jam
- *Weir Loading Rate* = 125 – 500 m²/hari
- *Over Flow Rate (average flow)* = 40 – 64 m/hari
- Diameter inlet well = 15 – 20% diameter tangka
- Tinggi inlet well = 0,5 – 0,7 m
- Kedalaman tangki = 3,5 – 6 m

- MLSS = 4000 – 12000 mg/L
- Bilangan Reynold (NRe) untuk $V_s < 1$ (laminar)
- Bilangan Reynold (Nre) untuk $V_h < 2000$ (laminar)
- Bilangan Froude (Nfr) $> 10^{-5}$ (laminar)
- Koef. β (*uni-granular sand/ non-uniform*) = 0,04 – 0,06
- Factor gesekan hidrolis (λ) = 0,03 (Huisman, 2004).
- *Specific gravity sludge (Primary Sludge)* = 1,005
- Massa jenis solid (ρ_s) = $S_g \times \rho$
 $= 1,005 \times 996 \text{ kg/m}^3$
 $= 1000,9 \text{ kg/m}^3$
- Freeboard (fb) = 5 – 30% kedalaman
- Koefisien kekasaran aksesoris pipa (K) :
 1. *Elbow 90°* = 1,1
 2. *Gate Valve* = 0,2
 3. *Check Valve* = 2,5
 4. *Tee* = 1,00
 5. *Increaser* = 0,5

II.2.4 Pengolahan Lumpur (*Sludge treatment*)

Pengolahan air limbah menghasilkan lumpur yang perlu diolah secara khusus agar tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan produksi atau kehidupan. Beberapa masalah lumpur industri diantaranya:

- Sludge sebagian besar mengandung bahan-bahan yang menimbulkan bau
- Sludge dikomposisi dari bahan organik
- Hanya sebagian kecil dari sludge yang mengandung solid (0,25% - 12% solid)

Salah satu pengolahan lumpur yang ada adalah *Sludge drying bed*. Sludge drying bed terdiri dari lapisan pasir kasar dengan kedalaman 15 – 25 cm, lapisan kerikil dengan ukuran yang berbeda – beda, dan pipa yang berlubang – lubang sebagai jalan aliran air. Sludge drying bed dibuat dengan beberapa bak / bagian,

tergantung pada keperluannya. Pembagian ini dimaksudkan agar lumpur benar – benar kering sebelum lumpur yang basah dimasukkan kembali.

Lumpur dimasukkan ke dalam Sludge drying bed dengan ketebalan 20 – 30 cm dan dibiarkan hingga kering. Waktu pengeringan tergantung kondisi setempat. Misalnya dalam waktu 10 – 15 dengan bantuan sinar matahari hari dan akan dicapai tingkat kekeringan antara 30% - 40%.

Kriteria perencanaan:

- Waktu pengeringan = 5 - 15 hari
- Kadar solid = 60%
- Kadar air = 40%
- Berat air dalam *cake* (*pi*) = 20 – 50%
- Tebal *sludge cake* = 200 – 300 mm
- Media
 - Tebal lapisan lumpur = 200 – 300 mm
 - Tebal pasir halus = 150 mm
 - Tebal pasir kasar = 75 mm
 - Tebal kerikil halus = 75 mm
 - Tebal kerikil sedang = 75 mm
 - Tebal kerikil kasar = 75 – 150 mm
- Kecepatan minimum pipa lumpur = 0,75 m/s

II.3 Persen Removal

Persen removal tiap bangunan pengolahan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Persen removal

Unit	Beban Pencemar	% Removal	Sumber Literatur
Saluran Pembawa	-	-	-
Bak Equalisasi	-	-	-
<i>Grease Trap</i>	Minyak dan Lemak	80 %	PUPR, 1998
Koagulasi - Flokulasi	-	-	-
Bak Pengendap 1	TSS	80% - 90%	<i>Metcalf & Edy</i> , hal. 497
<i>Up flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)</i>	BOD	85% - 95%	<i>Metcalf & Edy</i> , hal. 1007
	COD	90% - 95%	
<i>Activated Sludge</i>	BOD	80% - 99%	Cavaseno, hal. 15
	COD	50% - 95%	
Bak Pengendap 2	TSS	80% - 90%	<i>Metcalf & Edy</i> , hal. 497
<i>Sludge Drying Bed</i>	-	-	<i>Metcalf & Edy</i> , hal. 1570

II.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:

1. 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

2. Kehilangan Tekanan pada Perpipaan dan Aksesoris

Kehilangan tekanan pada perpipaan dan aksesoris yang berhubungan dengan bangunan pengolahan adalah sebagai berikut:

- a. Kehilangan tekanan pada perpipaan
- b. Kehilangan tekanan pada aksesoris 32
- c. Kehilangan tekanan pada pompa
- d. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok

3. 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. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara:

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir
- b. Menambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di clear well
- c. Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama sesudah intake

- d. Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber, maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air