



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri

Setiap industri mempunyai karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Demikian pula dengan industri susu mempunyai karakteristik air limbah industri yang berbeda, antara lain :

2.1.1 Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Metcalf & Eddy, 1991).

Standart baku mutu BOD menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 adalah 30 mg/L. Sedangkan kandungan BOD air buangan industri susu ini adalah 750 mg/L.

2.1.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia (Metcalf & Eddy, 1991).

Kandungan COD air buangan industri susu adalah 2350 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan COD yang diperbolehkan di buang ke lingkungan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 adalah sebesar 90 mg/L.

2.1.3 Total Suspended Solid (TSS)

Total padatan ada berbagai macam antara lain padatan terendap, padatan tersuspensi dan padatan terlarut. Padatan terendap adalah padatan dalam limbah cair yang mengendap pada dasar dalam waktu 1 jam. Padatan ini biasanya diukur pada kerucut imhoff berskala dan dilaporkan sebagai ml padatan terendap per liter. Padatan



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN INDUSTRI SUSU 2021/2022

terendap meruapakan indikator jumlah padatan limbah yang akan mengendap pada alat penjernih dan kolam pengendapan (Metcalf & Eddy, 1991).

Padatan tersuspensi merupakan senyawa bentuk padat yang berada dalam kondisi tersuspensi dalam air. Padatan tersebut kemungkinan berasal mineral-mineral misalnya pasir yang sangat halus, *silt*, lempung, atau berasal dari zat organik asam vulvat yang merupakan hasil penguraian jasad tumbuh-tumbuhan atau binatang yang telah mati. Di samping itu, padatan tersuspensi ini dapat berasal dari mikroorganisme misalnya plankton, bakteri, alga, virus, dan lain-lainnya. Semua elemen- elemen tersebut umumnya menyebabkan kekeruhan atau warna dalam air (Nusa Idaman Said).

Zat terlarut (*dissolved substances*) yakni semua senyawa yang larut dalam air, dengan ukuran kurang dari beberapa nanometer. Senyawa- senyawa ini umumnya berupa ion positif atau ion negatif. Selain itu juga termasuk gas-gas yang terlarut misalnya oksigen, karbondioksida, hydrogen sulfide, dan lain-lain (Nusa Idaman Said).

2.1.4 Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (Nephelometrix Turbidity Unit) atau JTU (Jackson Turbidity Unit) atau FTU (Formazin Turbidity Unit). Kekeruhan dinyatakan dalam satuan unit turbiditas, yang setara dengan 1 mg/liter SiO₂. Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri (Hefni, 2003).

Standart buka mutu Kekeruhan yang diijinkan adalah 25 NTU, yang diatur pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Sedangkan TSS yang dihasilkan pada industri susu adalah sebesar 380 mg/lt.



2.1.5 pH (Derajat Keasaman)

Merupakan istilah untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman yang dimiliki oleh suatu larutan, yang dimaksud “keasaman” di sini adalah konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam pelarut air. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14. Standar pH yang diijinkan adalah 6 – 9 menurut Peraturan PERMEN Lingkungan Hidup RI No 5 Tahun 2014 Tahun 2015 . Suatu larutan dikatakan netral apabila memiliki nilai $pH = 7$. Nilai $pH > 7$ menunjukkan larutan memiliki sifat basa, sedangkan nilai $pH < 7$ menunjukkan sifat asam.

Kandungan nilai pH pada air buangan industri susu adalah 7,1, sehingga sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan.

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

Berdasarkan proses pengolahan, maka pengolahan air buangan di bedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Pengolahan fisik

Bertujuan untuk menghilangkan partikel diskrit yang dapat mengendap dengan sendirinya dan zat yang terapung.

2. Pengolahan kimiawi

Bertujuan untuk menghilangkan partikel koloid baik yang berupa organik maupun anorganik serta partikel tersuspensi.

3. Pengolahan biologis

Bertujuan untuk menstabilkan air buangan dengan memanfaatkan mikroorganisme. Pengolahan biologis ini dapat dibedakan menjadi 3 bagian antara lain, pengolahan aerobik, anaerobik, dan pengolahan fakultatif.

Bangunan pengolahan air buangan mempunyai kelompok tingkat pengolahan antara lain:



2.2.1 Pengolahan Pendahuluan (*pre Treatment*)

Proses pengolahan yang dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah terapung, kotoran bekas pencucian dan kotoran lain yang berukuran besar, sedang atau kecil yang terbawa limbah agar mempercepat proses pengolahan selanjutnya. Selain itu, pre-treatment juga berfungsi untuk memindahkan atau menyalurkan air limbah dari unit operasi produk industri yang menghasilkan limbah ke bangunan pengolahan air limbahnya. Unit pengolahan pre-treatment industri susu sendiri, antara lain :

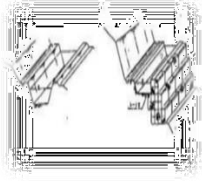
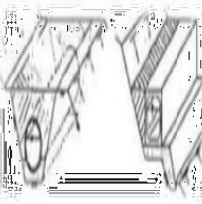
A. Saluran Pembawa

Saluran pembawa adalah saluran yang mengantarkan air dari satu bangunan ke bangunan pengolahan air limbah lainnya. Saluran pembawa ini biasa terbuat dari dinding berbahan beton. Saluran pembawa ini juga dapat dibedakan menjadi saluran pembawa terbuka dan tertutup. Saluran ini mampu mengalirkan air dengan memerhatikan beda ketinggian atau perbedaan elevasi antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya. Apabila saluran pembawa ini diatas lahan yang datar, maka diperlukan kemiringan/slope (m/m). Pada saluran pembawa, setiap 10 m saluran pembawa terdapat bak kontrol. Atau apabila terjadi jika ada ukuran screen lebih besar dari saluran, maka peletakan screen dipasang di bak kontrol.



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022

Tabel 2.1 Tipe – Tipe Saluran Pembawa

TIPE	GAMBAR	KEUNTUNGAN & PERMASALAHAN	KEKHASAN STRUKTURNYA
Saluran Pembawa		<p>Keuntungan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relatif Murah 2. Mudah mengkonstruksinya <p>Permasalahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kemungkinan aliran sedimen dari lereng di atasnya 2. Tingginya tingkat jatuh daun – daunan 	<p>Saluran tanah sederhana, Jalur saluran (jalur pasangan batu basah atau kering, jalur beton), pagar saluran (terbuat dari kayu, beton, atau tembaga), jalur saluran berbentuk lembaran, Saluran berbentuk setengah tabung (seperti pipa – pipa yang berbelok – belok, dll)</p>
Pipa Tertutup Saluran Tertutup		<p>Keuntungan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada umumnya volume pekerjaan tanahnya besar 2. Rendahnya rata-rata sedimen dan daun – daunan yang jatuh di saluran <p>Permasalahan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sulitnya merawat dan meninjau saluran, termasuk pembersihan dan perbaikannya 	<p>Tabungnya yang dipendam (hume, PVC, atau FRPM), Box culvert, Pagar saluran dengan tutupnya</p>



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

Rumus yang digunakan :

1. Luas Permukaan (A)

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

dengan :

A : Luas Permukaan Saluran Pembawa (m²)

Q : Debit Limbah (m³/detik)

v : Kecepatan Alir Fluida dalam Saluran Pembawa (m/s)

2. Kedalaman Air Dalam Saluran (h)

$$h = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

dengan :

h : Kedalaman Air Dalam Saluran (m)

A : Luas Permukaan Saluran Pembawa (m²)

3. Kedalaman total (H total)

$$H \text{ total} = h + \text{freeboard}$$

dengan :

H total : Kedalaman total (m)

Freeboard : Kedalaman Jika Sewaktu - waktu Terjadi
Fluktuasi (m)

4. Lebar (B)

$$B = 2 \times h$$

dengan :

B : Lebar (m)

h : Kedalaman Air Dalam Saluran (m)

5. Cek Kecepatan (Vcek)

$$V = \frac{Q}{B \times h}$$

dengan :

V : Cek kecepatan (m/s)

Q : Debit Air Limbah (m³/detik)

B : Lebar (m)

h : Kedalaman Air Dalam Saluran (m)



6. Jari – Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{B \times h}{B + 2h}$$

dengan :

R : Jari – Jari Hidrolis (m)

B : Lebar (m)

h : Kedalaman Air Dalam Saluran (m)

7. Slope (m)

$$S = \left(\frac{n \cdot v}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

dengan :

S : Kemiringan (m)

n : Koef Kekasaran Manning

v : Kecepatan Alir Fluida dalam Saluran Pembawa (m/s)

R : Jari – Jari Hidrolis (m)

B. Screen

Screening biasanya terdiri dari atang paralel, kawat atau grating, perforated plate dan umumnya memiliki bukaan yang berbentuk bulat atau persegi empat. Secara umum peralatan screen terbagi menjadi dua tipe yaitu screen kasar dan screen halus. Dan cara pembersihan ada dua cara yaitu secara manual dan mekanis. Perbedaan screen kasar dan halus adalah pada jauh dekatnya jarak antara bar screen.

Prinsipnya digunakan untuk menghilangkan bahan padat kasar dengan sederet bahan baja yang dipasang melintang arah aliran. Kecepatan arah aliran harus lebih dari 0.3 m/dt sehingga bahan padatan yang tertahan di depan saringan tidak terjepit. Jarak antar batang biasanya 20 - 40 mm dan berbentuk penampang batang tersebut empat persegi panjang berukuran 10 mm x 50 mm. Untuk bar screen yang di bersihkan secara manual, biasanya saringan dimiringkan dengan kemiringan 60° terhadap horisontal.



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN INDUSTRI SUSU 2021/2022

Fine screen yang digunakan untuk pengolahan pendahuluan adalah seperti, ayakan kawat (static wedgewire), drum putar (rotary drum), atau seperti anak tangga (step type). Penyaringan halus (fine screen) yang dapat digunakan untuk menggantikan pengolahan utama (seperti pada pengolahan pengendapan pertama/primary clarifier) pada instalasi kecil pengolahan air limbah dengan desain kapasitas mulai 0,13 m³/dt. Screen tipe ini dapat meremoval BOD dan TSS.

Tabel 2. 2 Macam-Macam Fine Screen

Jenis Screen	Permukaan Screen			Bahan Screen	Penggunaan
	Klasifikasi Ukuran	Range Ukuran			
		In	Mm		
Miring (Diam)	Sedang	0,01 - 0,1	0,25 - 2,5	Ayakan kawat yang terbuat dari stainless-steel	Pengolahan Primer
Drum (berputar)	Kasar	0,1 - 0,2	2,5 - 5	Ayakan kawat yang terbuat dari stainless-steel.	Pengolahan Pendahuluan
	Sedang	0,01 - 0,1	0,25 - 2,5	Ayakan kawat yang terbuat dari stainless-steel.	Pengolahan Primer
	Halus		6 - 35 μ m	Stainless-steel dan kain polyester.	Meremoval residual dari suspended solid sekunder



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

<i>Horizontal reciprocating</i>	Sedang	0,06 - 0,17	1,6 - 4	Batangan stainless-steel	Gabungan dengan saluran air hujan
<i>Tangential</i>	Halus	0,0475	1200 μm	Jala-jala yang terbuat dari stainless-steel	Gabungan dengan saluran pembawa

(sumber: tabel 2.2. Metcalf and Eddy, and Reuse 4th edition,2004)

Rumus yang digunakan :

1. Jumlah jarak bar pada screen

$$N = \text{Lebar bar screen} : \text{Jarak antar bar}$$

2. Jumlah bar (n)

$$n = N - 1$$

Dengan :

$$N = \text{Jumlah jarak bar pada screen}$$

3. Area terbuka

$$\text{Area terbuka} = L - (n \times w)$$

Dengan :

$$n = \text{Jumlah bar}$$

$$w = \text{lebar bar (m)}$$

$$L = \text{Lebar bar screen (m)}$$

4. Luas screen (A)

$$A = L + \text{area terbuka}$$

dengan :

$$L = \text{Lebar bar screen (m)}$$

$$\text{Area terbuka} = (m)$$

2.2.2 Primary Treatment

A. Ekualisasi

Kualitas dan kuantitas air limbah yang dihasilkan suatu industri bervariasi setiap waktunya, hal ini dapat mempengaruhi



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN INDUSTRI SUSU 2021/2022

perancangan instalasi, kebutuhan bangunan, mesin, lahan, biaya operasional, dan kualitas hasil pengolahan. Dengan itu, untuk mengatasi hal ini dibutuhkan suatu unit operasi equalisasi. Equalisasi berfungsi untuk penyeragaman kondisi air limbah, dan pengendalian aliran. Dalam bak equalisasi dapat dilakukan proses pengadukan untuk menjaga homogenitas, injeksi udara yang bertujuan agar limbah tidak bersifat septik /anaerobik. Kemiringan atau *slope* bak equalisasi pada umumnya menggunakan perbandingan 3 : 1 atau 2 : 1. Pembangunan bak equalisasi di beberapa industri biasanya dibangun dalam bentuk persegi panjang/*rectangular* dengan kedalaman 1.5 - 2 meter.

Tujuan proses equalisasi untuk mengolah limbah industri adalah:

1. Mengurangi fluktuasi bahan organik yang diolah untuk mencegah *shock loading* pada proses biologis.
2. Mengontrol pH atau meminimumkan kebutuhan bahan kimia yang diisyaratkan untuk proses netralisasi.
3. Meminimumkan aliran pada proses pengolahan fisik - kimia dan mengetahui rata-rata kebutuhan bahan kimia.
4. Memberikan kapasitas untuk mengontrol aliran limbah.
5. Mencegah tingginya konsentrasi bahan berbahaya yang masuk pada proses pengolahan biologis.

Seperti yang disebutkan di atas bak equalisasi sangat efisien karena di dalam proses pengoperasiannya bisa mengontrol pH atau meminimumkan kebutuhan bahan kimia yang dibutuhkan dalam unit netralisasi. Adapun *grit chamber* yang dirancang untuk meremoval pasir, kerikil dan bahan - bahan kasar lainnya yang mempunyai berat gravitasi relatif tinggi, sehingga partikel - partikel tersebut dapat mengendap dengan sendirinya.

Grit Chamber dalam pengolahan air limbah diletakkan setelah *bar screen* dan sebelum bak pengendap pertama. Dimana



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

fungsi dari bak pengendap pertama adalah menghilangkan bahan - bahan organik. Adanya *screen* di depan *grit chamber* akan membuat proses dan perawatan *grit chamber* semakin mudah. Dalam merancang unit pengolahan limbah cair sebaiknya salah satu unit yang fungsinya sama bisa dihilangkan agar industri bisa meminimasi biaya yang akan dikeluarkan dalam pengoperasian maupun pemeliharaan dan lahan yang akan digunakan nantinya.

Pencampuran selalu diberikan pada proses equalisasi dan untuk mencegah pengendapan zat padat pada dasar bak. Pada proses pencampuran, oksidasi dapat mengurangi bahan organik atau BOD oleh udara dalam air limbah dari proses pencampuran dan aerasi. Metode yang digunakan pada proses pencampuran antara lain :

1. *Distribution of inlet flow and baffle*
2. *Turbine mixing*
3. *Diffused Air Aeration*
4. *Mechanical Aeration*

Tabel 2.3 Data Kriteria Desain Bak Equalisasi

Bagian – bagian	Besaran (satuan)	Sumber
Kedalaman air minimum	1,5 - 2 m	Metcalf & Eddy, 2004
Kemiringan dasar bak	40 - 100 mm/m diameter	Qasim, 1985

Volume bak equalisasi dapat dihitung menggunakan 2 pendekatan, yaitu berdasarkan pola debit harian (*flow balance*) dan berdasarkan pola beban massa untuk polutan tertentu (*composition balance*). *Flow balance* digunakan saat komposisi air limbah masuk relative konstan namun debit air limbah berfluktuasi seiring dengan waktu. Sedangkan *composition balance* berlaku sebaliknya. Metode *flow balance* adalah yang paling sering digunakan dengan menggunakan diagram Rippl dimana volume kumulatif di plotkan terhadap waktu.



Rumus yang digunakan :

1) Volume Bak Ekualisasi

$$V = Q \times t_d$$

Dengan :

V = Volume bak ekualisasi (m³)

Q = Debit (m³/detik)

Td = Waktu detensi (detik)

2) Dimensi bak ekualisasi

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

Dengan :

V = volume bak ekualisasi (m³)

L = Panjang bak ekualisasi (m)

B = Lebar bak ekualisasi (m)

H = Tinggi bak ekualisasi (m)

3) Kedalaman Basah

$$H_{\text{basah}} = H_{\text{total}} - F_b$$

Dengan :

H total = Kedalaman total (m)

Fb = Freeboard (m)

B. Bak Pengendap 1

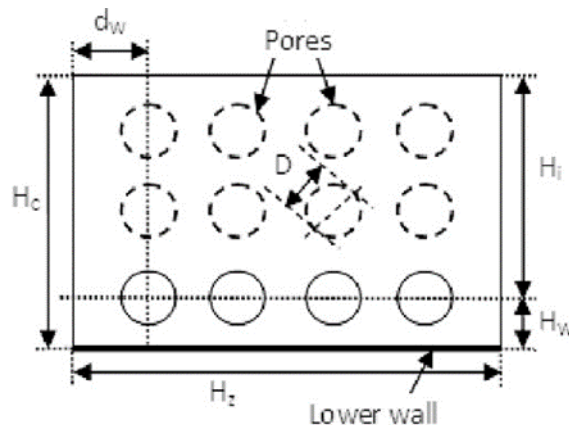
Effisiensi removal dari bak pengendap pertama ini tergantung dari kedalaman bak dan dipengaruhi oleh luas permukaan serta waktu detensi. Unit pengolahan bak pengendap awal ini berfungsi untuk memisahkan padatan tersuspensi dan terlarut dari cairan dengan menggunakan sistem gravitasi dengan syarat kecepatan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



Bak prasedimentasi bentuk rectanguler terbagi menjadi empat zona, yaitu :

- Zona inlet

Zona inlet berfungsi untuk mendistribusikan air ke seluruh area bak secara seragam, mengurangi energi kinetik air yang masuk, serta untuk memperlancar transisi dari kecepatan air yang tinggi menjadi kecepatan air yang rendah yang sesuai untuk terjadinya proses pengendapan di zona pengendapan. Kawamura 2000, Perforated baffle merupakan modifikasi dari baffle yang memiliki lubang - lubang pada dindingnya. Adanya lubang - lubang dengan ukuran seragam pada dinding baffle menyebabkan terjadinya perataan aliran, sehingga dapat meminimalisasi terjadinya dead zone. Sketsa perforated baffle dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Sketsa Perforated Baffle

- Zona pengendapan

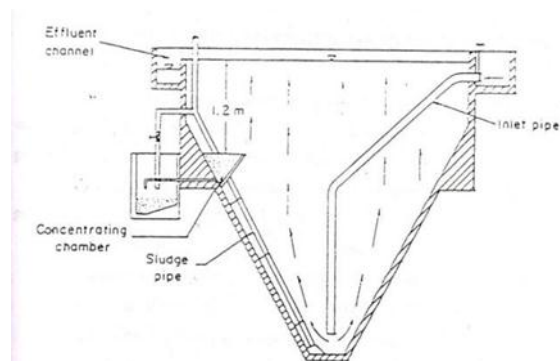
Proses pengendapan pada zona pengendapan pada dasarnya ditentukan oleh dua faktor, yaitu :

- 1) Karakteristik partikel tersuspensi
- 2) Overflow rate
- 3) Efisiensi Bak



- Zona lumpur

Zona lumpur merupakan zona dimana partikel-partikel diskret yang telah mengendap berada. Zona ini memiliki kemiringan tertentu menuju ke hopper yang terletak di bagian bawah inlet. Menurut Qasim (1985), kemiringan dasar bak rectangular adalah sebesar 1 - 2%. Zona lumpur didesain memiliki kemiringan tertentu agar mempermudah pada saat pembersihan lumpur. Kemiringan yang cukup terutama untuk pembersihan yang dilakukan secara manual, sebab pembersihan secara manual biasanya dilakukan dengan cara menggelontorkan air agar lumpur terbawa oleh air. Hopper terletak di bagian bawah inlet, sebab sebagian besar partikel besar mengendap di ujung inlet. Selain itu, apabila hopper diletakkan di bawah zona outlet, dikhawatirkan partikel yang telah terendapkan dapat tergerus karena adanya pergerakan air menuju pelimpah. Selain diletakkan dekat dengan inlet, hopper juga dapat diletakkan secara dan juga dapat diletakkan di tengah bak seperti pada Gambar 2.2 berikut ini



Gambar 2.2 Letak Zona Lumpur pada Tengah Bangunan

Pembersihan lumpur juga dapat dilakukan dengan cara otomatis dengan beberapa macam scraper. Pada dasarnya, untuk bak rectangular terdapat dua jenis peralatan pembersih lumpur, yaitu tipe chain and flight dan travelling bridge dan memiliki scraper untuk mendorong lumpur masuk ke hopper.



PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022

Tipe Chain and Flight merupakan tipe pembersih lumpur dengan kecepatan perpindahan yang tidak lebih dari 1 cm/detik. Dasar bak dirancang memiliki kemiringan sebesar 1%.

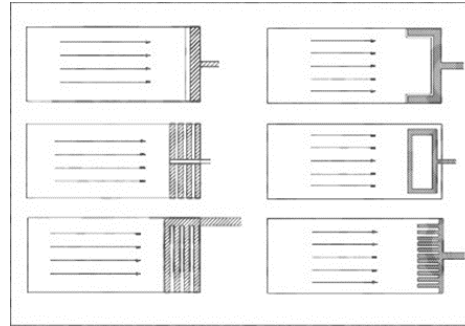
- Zona Outlet

Desain outlet biasanya terdiri dari pelimpah yang dirancang sedemikian rupa untuk mengurangi terjadinya aliran pendek. Weir loading rate adalah beban pelimpah (dalam hal ini debit air) yang harus ditanggung per satuan waktu dan panjangnya. Berikut ini adalah beberapa kriteria desain untuk weir loading rate dari berbagai sumber (Tabel 2.5).

Tabel 2.4 Ragam Weir Loading dari Berbagai Sumber

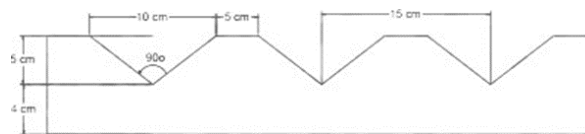
Weir Loading Rate (m³/hari.m)	Sumber	Keterangan
186	Katz, 1962	
249,6	Katz, 1962	Pada daerah yang terpengaruh <i>density current</i>
264	Kawamura, 2000	
125–500	Droste, 1997	
172,8-259,2	Huisman, 1977	

Pada dasarnya satu pelimpah sudah cukup, namun jika hanya ada satu pelimpah, maka weir loading rate akan menjadi besar. Hal tersebut dapat mengganggu proses pengendapan, sebab terjadi aliran ke atas menuju pelimpah dengan kecepatan cukup besar yang menyebabkan partikel yang bergerak ke bawah untuk mengendap terganggu. Terdapat beberapa alternatif untuk mendesain pelimpah agar luas yang dibutuhkan untuk zona outlet tidak terlalu besar dan beban pelimpah juga tidak terlalu besar, antara lain dapat dilihat pada Gambar 2.3.



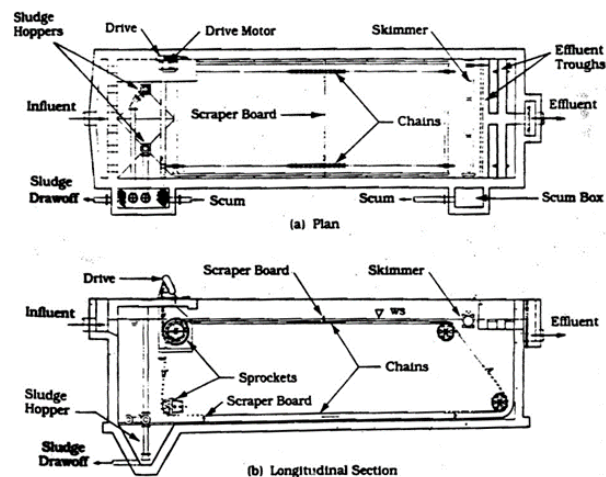
Gambar 2.3 Beragam Susunan Pelimpah pada Outlet

Pemilihan desain outlet sangat tergantung pada lebar bak, debit air yang dialirkan serta weir loading rate, sehingga pada saat menetapkan bentuk outlet. Ketiga hal tersebut harus dipertimbangkan. Jenis pelimpah yang umumnya digunakan adalah bentuk rectangular dan v- notch, namun v-notch lebih banyak digunakan karena memiliki kemampuan self cleansing dan dapat meminimalisasi pengaruh angin digunakan karena memiliki kemampuan self cleansing dan dapat meminimalisasi pengaruh angin.



Gambar 2.4 Contoh V-notch

(Sumber : Fair dkk., 1966)



Gambar 2.5 Bak Pengendap Rectangular (a) Denah, (b) Potongan (Sumber : Tom D. Reynold,249)



Rumus yang digunakan :

1. Volume Bak Pengendap 1

$$V = Q \times t_d$$

Dengan :

V = Volume bak pengendap 1 (m³)

Q = Debit (m³/detik)

Td = Waktu detensi (detik)

2. Dimensi bak ekualisasi

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

Dengan :

V = volume bak ekualisasi (m³)

L = Panjang bak ekualisasi (m)

B = Lebar bak ekualisasi (m)

H = Tinggi bak ekualisasi (m)

3. Diameter Partikel

$$\text{Diameter partikel (d)} = \left(\frac{18 \times v_0 \times \mu}{(S_g - 1)g} \right)^{1/2}$$

Dengan :

d = diameter partikel (cm)

Vo = Kecepatan aliran (m/detik)

μ = viskositas (kg/m.s)

Sg = Specific gravity

G = Gravitasi

2.2.3 Pengolahan Biologi Aerobik

A. Activated Sludge

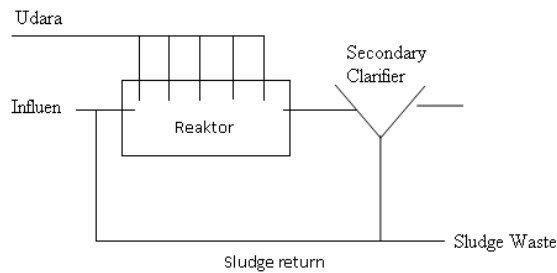
Unit proses pengolahannya antara lain: Konvensional

Pada sistem konvensional terdiri dari tanki aerasi, secondary clarifier dan recycle sludge. Selama berlangsungnya proses terjadi



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

absorpsi, flokulasi dan oksidasi bahan organik. Air limbah dan lumpur recycle dari clarifier masuk pada awal reaktor



Gambar 2.6 Lumpur aktif sistem konvensional

% removal :80–85% BOD, 80–85% COD, 80–90% TSS

Sumber : *WWTP, Planing. Desing and operation, syed Qasim hal. 52*

Rumus yang digunakan :

1. Waktu detensi bak AS

$$f/m = \frac{Ca}{\theta c \times X}$$

Dengan :

f/m = Rasio f/m (hari)

θc = Waktu detensi (detik)

X = MLSS (mg/L)

2. Volume reaktor

$$V_r = Q_{in} (1 + R)\theta$$

Dengan :

V_r = Volume reaktor (m^3)

Q_{in} = Debit masuk (m^3 /hari)

θ = Waktu detensi (detik)

3. Volume bak

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

Dengan :

V = Volume (m^3)

L = Panjang bak (m)

B = Lebar bak (m)

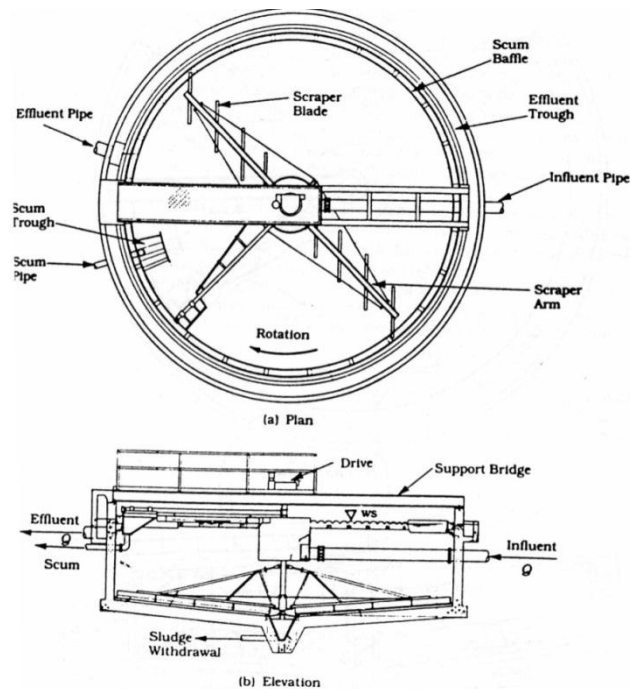
H = Tinggi bak (m)



2.2.4 Secondary Treatment

A. Clarifier

Fungsinya sama dengan Bak pengendap, tetapi clarifier biasanya di tempatkan setelah pengolahan kedua (pengolahan Biologis).



Gambar 2.7 Clarifier. (a) Denah, (b) Tampak Samping (Reynold,251)

Rumus yang digunakan :

1. Diameter bak

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

Dengan :

D = Diameter bak (m)

A = Luas area surface (m²)

2. Kedalaman bak

$$H = \frac{Q \cdot td}{A}$$

Dengan :

Q = Debit masuk (m³/hari)

td = Waktu detensi (detik)



A = Luas area surface (m²)

2.2.5 Sludge Treatment

A. Sludge Drying Bed

Sludge drying bed merupakan suatu bak yang dipakai untuk mengeringkan lumpur. Bak ini berbentuk persegi panjang yang terdiri dari lapisan pasir dan kerikil serta pipa drain untuk mengalirkan air dari lumpur yang dikeringkan. Waktu pengeringan paling cepat 10 hari dengan bantuan sinar matahari.

Rumus yang digunakan :

1. Debit Cake Sludge (Qi)

$$Q_i = \frac{Q_{\text{lumpur}} \times (1-P)}{1-P_i}$$

Dengan :

Q lumpur = Debit lumpur yang masuk (m³/hari)

P = Kadar air (%)

P_i = Berat air dalam cake (%)

2. Volume sludge srying bed (V)

$$V = Q_i \times \text{pengisian lumpur}$$

Dengan :

Q_i = Debit cake sludge (m³/hari)

Pengisian lumpur = hari

3. Luas permukaan bed

$$A = \frac{V_b}{\text{tebal cake}}$$

Dengan :

V_b = Volume sludge drying bed (m³)

A = Luas permukaan bed (m²)



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

2.3 Persen Removal

Tabel 2.5 Persen Removal

Unit Pengolahan	% Removal	Sumber
I. Pre Treatment		
- Saluran pembawa	-	-
- Sumur pengumpul	-	-
II. Primary Treatment		
- Ekualisasi	BOD (10-20%)	Tom D Reynold 1996, Hal 158-159
- Pengendap 1	BOD (10-30%) COD (10-30%) TSS (50-70%) Kekeruhan (97%)	Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery 5 th edition hal 396
III. Pengolahan Biologi Aerobik		
- Activated Sludge (aerasi konvensional)	85-95 % BOD 85-90 % COD 85-95 % TSS	Sperling, Activated Sludge and Aerobic Biofilm Processes, hal 13
IV. Secondary Treatment		
- Clarifier	-	-
V. Pengolahan Lumpur		
- Sludge Dryig Bed	-	-

2.4 Profil Hidrolis

Profil hidrolis digambarkan untuk mendapatkan tinggi muka air pada masing-masing unit instalasi. Profil ini menunjukkan adanya kehilangan



**PERANCANGAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN
INDUSTRI SUSU
2021/2022**

tekanan (*headloss*) yang terjadi akibat pengaliran pada bangunan. Beda tinggi setiap unit instalasi dapat ditentukan sesuai dengan sistem yang digunakan serta perhitungan kehilangan tekanan baik pada perhitungan yang telah dilakukan pada bab masing – masing bangunan sebelumnya maupun yang langsung dihitung pada bab ini. Profil Hidrolis IPAL adalah merupakan upaya penyajian secara grafis “*hydrolic grade line*” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan [*influent-effluent*] dan perpipaan untuk memastikan aliran air mengalir secara gravitasi, mengetahui kebutuhan pompa, memastikan tidak terjadi banjir atau luapan air akibat aliran balik.

Profil hidrolis adalah faktor yang penting demi terjadinya proses pengaliran air. Profil ini tergantung dari energi tekan/head tekan (dalam tinggi kolom air) yang tersedia bagi pengaliran. *Head* ini dapat disediakan oleh beda elevasi (tinggi ke rendah) sehingga air pun akan mengalir secara gravitasi. Jika tidak terdapat beda elevasi yang memadai, maka perlu diberikan head tambahan dari luar, yaitu dengan menggunakan pompa.