

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri

Setiap industri mempunyai karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Demikian pula dengan industri pupuk NPK padat yang mempunyai karakteristik limbah yang berbeda dengan industri lainnya. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur (PER.GUB.JATIM) No. 72 Tahun 2013 limbah cair Industri pupuk Phosphat, Pupuk Majemuk, NPK, dan Asam Phosphat mempunyai karakteristik dan standart baku mutu antara lain:

a. pH

Konsentrasi ion hidrogen atau yang biasa disebut derajat keasaman (pH) merupakan parameter yang penting baik untuk air maupun air limbah. pH memiliki definisi logaritma negatif pada konsentrasi ion hidrogen.

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

Rentang pH yang cocok untuk keberadaan kehidupan biologis yang paling sesuai adalah 6-9. Air limbah dengan pH yang ekstrim sulit untuk pengolahan secara biologis dan jika tidak dilakukan penetralan pH sebelum air limbah diolah akan menubah kondisi di perairan alami. (Metcalf, 2003)

pH air buangan kawasan industri ini adalah 2, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah dalam batas 6-9. (Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013).

b. TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan sebagian dari Total Solids yang tertahan pada filter dengan ukuran pori yang telah ditetapkan, pengukuran dilakukan setelah dikeringkan pada suhu 105°C. Filter yang paling sering digunakan untuk penentuan TSS adalah filter Whatman fiber glass yang memiliki ukuran pori nominal sekitar 1,58µm. (Metcalf-Eddy, "Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 43) Total Suspended Solid (TSS) pada air buangan kawasan industri adalah 5000 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kadar padatan yang tersuspensi (TSS) yang

diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 200 mg/L.(Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013)

c. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Pengujian nilai COD bertujuan untuk mengukur kebutuhan oksigen yang diakibatkan oleh oksidasi kimia dari bahan organik. Perbedaan utama dengan uji nilai BOD jelas ditemukan pada oksidasi biokimia dari material organik yang dilakukan sepenuhnya oleh mikroorganisme, sedangkan pada uji nilai COD sesuai dengan oksidasi biokimia dari bahan organik yang diperoleh melalui oksidasi yang kuat (kalium dikromat) dalam media asam. (Sperling, 2007, "Biological Wastewater Treatment", volume 1, hal 40)

COD merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/L) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik dengan menggunakan bahan kimiawi atau oksidator kimia yang kuat (potassium dikromat). (Syed R. Qasim, 1985, "Wastewater Treatment plant", CBS College Publishing, hal 39)

Kandungan COD air buangan kawasan industri ini adalah 400 mg/L, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 200 mg/L.(Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013).

d. Minyak Lemak

Istilah minyak dan lemak, seperti yang umum digunakan, termasuk lemak, minyak, dan lilin ditemukan dalam air limbah. Istilah lemak minyak telah banyak digunakan oleh literatur. Kandungan minyak dan lemak dari air limbah dengan ekstraksi sampel limbah dengan trifluoroethane trikloro (minyak dan lemak yang larut dalam trifluoroethane trikloro).

Minyak dan lemak secara kimiawi sangat mirip, mereka adalah senyawa ester dari alkohol atau gliserol (gliserin) dengan asam lemak. Asam lemak gliserid yang cair pada suhu normal disebut minyak dan yang padat disebut grease (lemak).

Jika minyak tidak dihilangkan sebelum air limbah diolah, dapat mengganggu kehidupan biologis di permukaan perairan permukaan dan membuat lapisan tembus cahaya. Ketebalan minyak yang diperlukan untuk

membentuk sebuah lapisan tembus cahaya di permukaan badan air sekitar 0,0003048 mm (0,0000120 in). (Metcalf, 2003)

Kandungan minyak dan lemak air buangan kawasan industri ini adalah 30 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan minyak dan lemak yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 20 mg/L. (Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013).

e. $\text{NH}_3\text{-N}$

Amonia merupakan hasil dari penguraian zat organik (sisa pakan, feses dan biota akuatik yang mati) oleh bakteri pengurai. Amonia di perairan dapat dijumpai dalam bentuk amonia total yang terdiri dari amonia bebas (NH_3) dan ion amonium (NH_4^+). Pada suhu dan tekanan normal amonia berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas, ammonia membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia juga dapat terserap kedalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Kesetimbangan antara kedua bentuk amonia di atas bergantung pada kondisi pH dan suhu perairan (Midlen & Redding, 2000). Kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ air buangan kawasan industri ini adalah 450 mg/L, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 75 mg/L. (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014).

f. TKN

Proses transformasi dan interaksi dan nitrogen dalam tanah, sedimen, permukaan air dan substrat yang berada di dalam aquatic plant treatment sangat kompleks. Formasi dari nitrogen dalam tanah dan sedimen adalah tanaman dan sisa tanaman serta protein bakteri yang hidup dan mati. Beberapa penelitian berhubungan dengan kandungan dari nitrogen pada suatu kawasan dinyatakan sebagai Total Kjeldhal N (TKN) atau sebagai Total N. Total Kjeldal N adalah jumlah untuk reduksi nitrogen sama dengan jumlah organik dan anorganik dan pada dasarnya merupakan penjumlahan dari TKN, NO_3 , dan $\text{NO}_2\text{-N}$. Sumber N dalam aquatic plant treatment berasal dari :

- Proses presipitasi pada permukaan lumpur dan lapisan sedimentasi

- Fiksasi N dalam air dan lapisan sedimen, c. Input dari permukaan dan air tanah melalui infiltrasi dan perkolasi, d. Penggunaan pupuk, e. Pelepasan N selama proses dekomposisi tumbuhan dan hewan yang mati, f. Air limbah yang dialirkan ke dalam system pengolahan Aquatic. (Reddy and Patrick, 1984)

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

Bangunan pengolahan air buangan mempunyai beberapa tingkat pengolahan air, tingkat pengolahan air ini dibagi menjadi enam kelompok tingkat pengolahan, diantaranya adalah sebagai berikut :

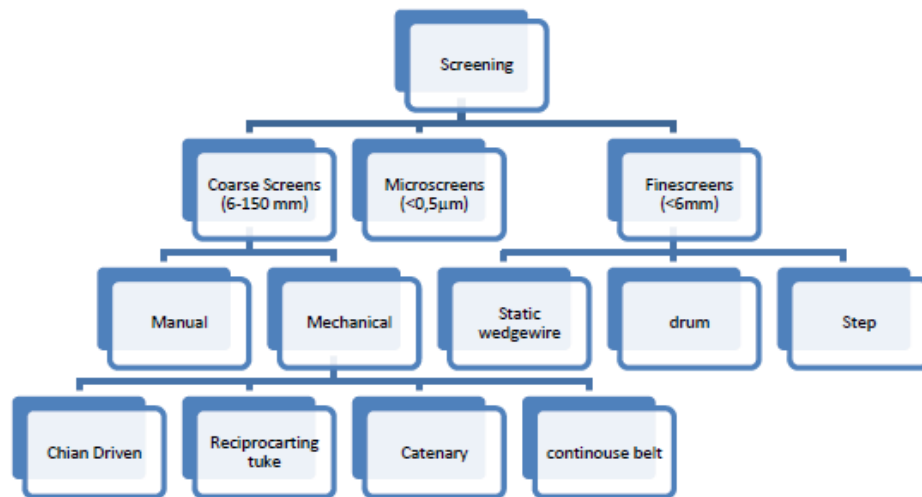
2.2.1 Preliminary Treatment (Pengolahan Pendahuluan)

Proses pengolahan awal ini merupakan proses pada awal pengolahan secara fisik yang dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah terapung yang berukuran besar atau sedang dari pasir agar mempercepat proses pengolahan selanjutnya. Adapun tujuan pengolahan ini menyortir kerikil, lumpur, menghilangkan zat padat, dan memisahkan lemak 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 proses pengolahan untuk pre-treatment untuk kawasan industri meliputi:

a. Penyaringan (*Screening*)

Penyaringan merupakan unit operasi pertama dalam pengolahan air limbah. Fungsi penyaringan ini adalah untuk menghilangkan zat padat yang kasar. Pada umumnya proses tersebut dengan jalan melewati air limbah melalui saringan kasar untuk menghilangkan benda-benda yang besar.

Bagian-bagian dari screening terdiri dari batang-batang yang dipasang secara paralel yang biasa disebut sebagai “bar rack” atau screen kasar yang digunakan untuk meremoval bahan-bahan yang kasar. Berikut merupakan bagan dari tipe-tipe screening:



Gambar 2. 1 Bagan Tipe *Screening*

b. Sumur Pengumpul

Bak penampung merupakan unit penyeimbang sehingga debit dan kualitas limbah dapat masuk ke instalasi dalam keadaan yang konstan.

Untuk mencari dimensi dari bak penampung dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

1. Volume bak

$$V = Q \times Td$$

Dengan : Q = debit

Td = waktu tinggal

2. Luas penampang (A)

$$A = \frac{\text{Volume}}{H}$$

Dimana : H = tinggi sumur

3. Kontrol waktu detensi (Td)

$$Td = \frac{\text{Volume}}{Q} = \frac{P \times L \times H}{Q}$$

2.2.2 Primary Treatment (Pengolahan Pertama)

Pada proses ini terjadi proses fisik dan kimia. Proses fisik dapat berupa pengendapan pertama untuk memisahkan padatan tersuspensi, Grit chamber untuk mengendapkan padatan berdiameter > 0,2 mm, Bak equalisasi yang juga mengatur fluktuasi debit, dan Flotasi yang berfungsi untuk meremoval minyak dan lemak.

Untuk proses kimia digunakan netralisasi untuk menetralkan pH dan koagulasi-flokulasi untuk memisahkan padatan terlarut. Pengolahan pertama ini pada umumnya mampu mereduksi BOD antara 30 – 40 % dan mereduksi TSS 50 – 65%. (Syed R. Qasim, 1985, “Wastewater Treatment plant”, CBS College Publishing, hal 52).

Pengolahan pertama (*Primary Treatment*) yang dibutuhkan untuk mengolah limbah cair industri bahan baku plasticizer “*phtalic anhydride*” ini meliputi :

a. Netralisasi

Air buangan industri dapat bersifat asam atau basa/alkali, hal ini membutuhkan netralisasi terlebih dahulu. Untuk proses biologi pH yang diharuskan antara 6.5 - 8.5 agar aktivitas biologi menjadi optimum. Sebenarnya pada proses biologis tersebut kemungkinan akan terjadi netralisasi sendiri karena adanya produk CO₂ yang terjadi akibat pembakaran dengan zat asam oleh kandungan buffer.

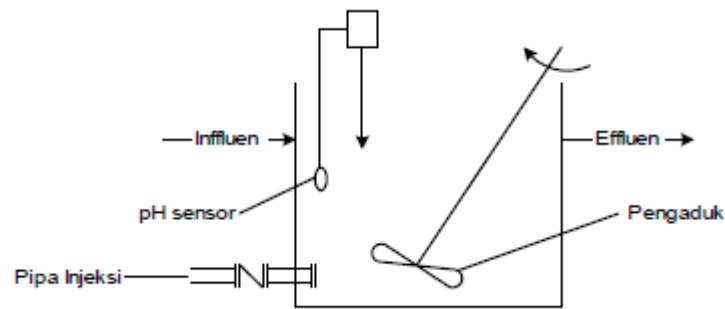
Larutan dikatakan asam bila : $H^+ > H^-$ dan $pH < 7$

Larutan dikatakan netral bila : $H^+ = H^-$ dan $pH = 7$

Larutan dikatakan basa bila : $H^+ < H^-$ dan $pH > 7$

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

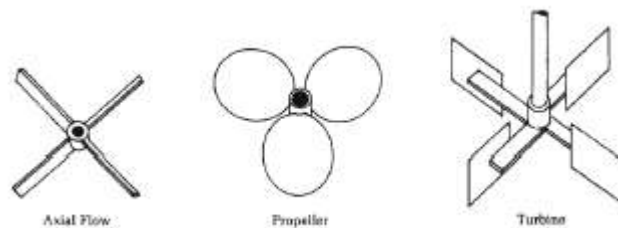
- Pencampuran limbah.
- Melewatkan limbah asam melalui tumpukan batu kapur.
- Pencampuran limbah asam dengan Slurry kapur.
- Penambahan sejumlah NaOH, Na₂CO₃ atau NH₄OH ke limbah asam.
- Penambahan asam kuat (H₂SO₄, HCl) dalam limbah basa.
- Penambahan CO₂ bertekanan dalam limbah basa.
- Pembangkitan CO₂ dalam limbah basa.



Gambar 2. 2 Netralisasi

Proses pencampuran dilakukan dengan prinsip mekanisme mixing, membuat aliran turbulen dengan tenaga penggerak motor dimana bak pengaduk dilengkapi dengan peralatan mekanis, seperti :

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



Gambar 2. 3 Jenis-jenis *Impeller*

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

Tabel 2. 1 Nilai Konstanta K_L dan K_T

Type Impeller	K_L	K_T
Propeller, pitch of 1,3 blades	41.0	0.32
Propeller, pitch of 2,3 blades	43.5	1.00
Turbine, 4 flat blades, vaned disc	60.0	5.31
Turbine, 6 flat blades, vaned disc	65.0	5.75
Turbine, 6 curved blades	70.0	4.80
Fan turbine, 6 blades at 45°	70.0	1.65

Type Impeller	K_L	K_T
Shrouded turbine, 6 curved blades	97.5	1.08
Shrouded turbine, with stator, no baffles	172.5	1.12
Flat paddles, 2 blades (single paddle), $D_i/W_i = 4$	43.0	2.25
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 6$	36.5	1.70
Flat paddles, 2 blades, $D_i/W_i = 8$	33.0	1.15
Flat paddles, 4 blades, $D_i/W_i = 6$	49.0	2.75
Flat paddles, 6 blades, $D_i/W_i = 6$	71.0	3.82

Sumber : Reynold, Richards Unit Operation and Processes in Environmental engineerin, Second edition, 1996, hal 184 and 188

Tabel 2. 2 Nilai Konstanta K_L dan K_T

T_d (s)	G (s^{-2})
20	1000
30	900
40	750
≥ 50	700

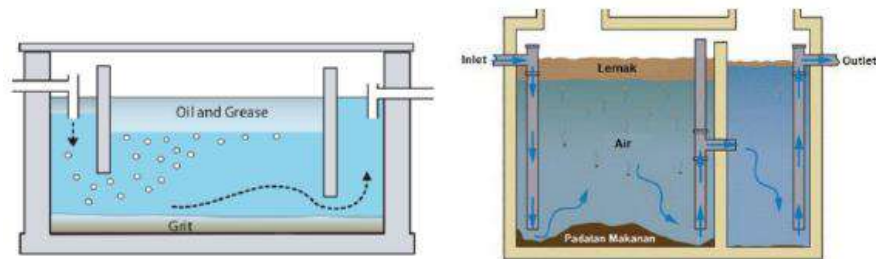
Sumber : Reynold, Richards Unit Operation and Processes in Environmental engineerin, Second edition, 1996, hal 184 and 188

b. *Grease Trap*

Bak pemisah minyak lemak atau grease trap merupakan unit pengolahan pendahuluan yang memiliki tujuan untuk memisahkan lemak atau minyak yang tersisa, juga mengendapkan kotoran pasir dan sebagainya yang belum terurai secara biologis pada tangki septic (Morel & Diener, 2006). Kandungan minyak atau lemak yang cukup tinggi di dalam air limbah akan menyebabkan terhambatnya proses transfer oksigen di dalam pengolahan biologis yang dapat menyebabkan kinerja dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) kurang maksimal (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2011). Umumnya, *grease trap* terdiri dari dua kompartemen. Kompartemen pertama dengan ukuran $2/3$ total panjang berfungsi menyingkahkan berbagai padatan dalam lumpur (ρ padatan $>$ ρ air = padatan akan mengendap, ρ padatan $<$ ρ air =

padatan akan mengapung, contoh: minyak dan lemak). Sedangkan, kompartemen kedua dengan ukuran 1/3 total panjang berfungsi memastikan minyak lemak tidak terbawa menuju pengolahan selanjutnya (Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat, 2018).

Kelebihan dari unit *grease trap* ini yakni Mencegah penyumbatan dan gangguan unit selanjutnya yang diakibatkan oleh minyak dan lemak. Sedangkan kekurangan dari unit ini yakni diperlukan pembersihan scum secara berkala dan menambah kebutuhan lahan.



Gambar 2. 4 Unit Grese Trap

Menurut Maharani & Tangahu (2017), dalam memisahkan minyak dan lemak, unit *grease trap* bekerja dengan kecepatan lambat. Kecepatan lambat tersebut bermaksud memberikan waktu minyak dan lemak agar terpisah dengan air secara gaya gravitasi. Mekanismenya yaitu, air limbah masuk ke kompartemen pertama, berlangsung proses secara gaya gravitasi kemudian membentuk lapisan minyak dan lemak pada lapisan atas, sedangkan air limbah pada lapisan bawah. Minyak dan lemak yang terbentuk dalam unit tersebut dapat dipisahkan menggunakan pengambilan manual maupun mekanikal. Air limbah lanjut masuk dalam tangki kedua, dengan catatan masih mengandung minyak dan lemak, namun dalam jumlah yang relatif sedikit. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat (2018), menyebutkan bahwa unit *grease trap* dapat meremoval 80% minyak dan lemak, juga menurut Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2015), unit ini dapat menyisahkan $\pm 95\%$ minyak dan lemak.

c. Koagulasi Flokulasi

Koagulasi (*rapid mix*) berfungsi untuk mencampurkan bahan kimia menjadi sama rata dalam bak dan memberikan hubungan yang cukup antara koagulan dengan partikel suspended solid. Diharapkan effluent dari proses koagulan dapat membentuk mikroflokk.

Tipe pengaduk yang digunakan ada 3 tahap antara lain :

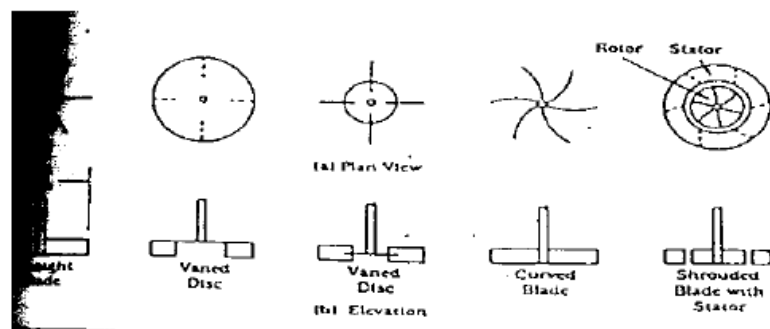
- Pengaduk secara mekanik
- Pengaduk dengan udara
- Pengaduk dengan baffle

Adapun jenis pengaduk cepat secara mekanik yaitu :

- ▪ Turbine impeller
- ▪ Paddle Impellers
- ▪ Propellers

Jika hanya menggunakan suatu koagulan maka menggunakan satu kompartemen, tetapi apabila lebih dari satu koagulan jumlah kompartemen bisa lebih dari satu. Diharapkan aliran dalam bak pengaduk cepat adalah aliran turbulen. Volume bak tergantung dari waktu detensi.

- Tipe turbin impeller



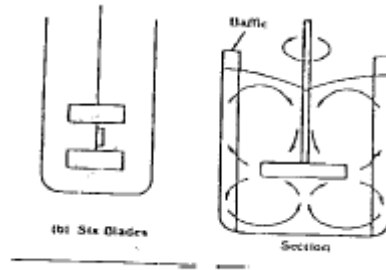
Gambar 2. 5 Tipe Turbin Impeller

Ada beberapa jenis turbine impeller antara lain :

1. Straight blade
2. Vaned disc
3. Curved blade
4. Shrouded blade dengan stator

Sedangkan kriteria dari turbin impeller ini adalah sebagai berikut :

- Diameter impeller = 30 – 50% dari diameter bak.
 - Kecepatan impeller = 10 – 150 rpm
 - Baffle dalam bak = 0.1 dari diameter atau lebar bak
- Paddle impeller



Gambar 2. 6 Paddle Impeller

Sedangkan kriteria dari Paddle Impeller ini adalah sebagai berikut :

- Diameter impeller = 50–80% dari diameter bak.
 - Kecepatan impeller = 20 – 150 rpm
 - Baffle dalam bak = 0.1 dari diameter atau lebar bak.
 - Lebar paddle = $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{10}$ dari diameter bak atau lebar bak
- Propeller impeller

Sedangkan kriteria dari Propeller Impeller ini adalah sebagai berikut :

- Kecepatan impeller = 400 – 1750 rpm
- Baffle dalam bak = 0.1 dari diameter atau lebar bak.
- Terdiri dari = 2 – 4 blades
- Max. Diameter propeller = 18 inci

d. Clarifier

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

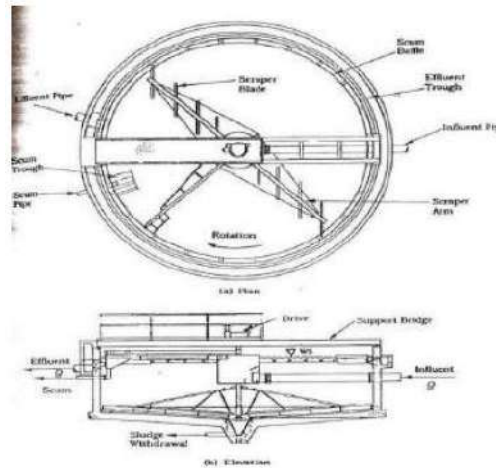
adalah bangunan clarifier. Clarifier sama saja dengan bak pengendap pertama. Hanya saja clarifier biasa digunakan sebagai bak pengendap kedua setelah proses biologis.

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).

Pada tahap ini, air yang telah melewati pengolahan pada pengolahan sebelumnya akan mengalami proses tahap selanjutnya yang merupakan pengendapan lanjut sehingga menurunkan padatan tersuspensi. Air yang tertampung di secondary clarifier ini sudah memenuhi baku mutu air limbah sehingga dapat dibuang langsung ke saluran air kotor atau diolah dan dimanfaatkan. Air yang telah diolah dan ditampung di secondary clarifier dapat dimanfaatkan lebih lanjut misal untuk menyiram tanaman, dll.

Pada secondary clarifier ini tergantung pada kedalaman tangki, bedanya dengan preliminary clarifier yang tergantung pada kecepatan pengendapan. Namun masalahnya pada secondary clarifier adalah waktu detensi (waktu proses pengendapan), jika terlalu lama dikhawatirkan flok yang sudah terbentuk akan pecah lagi.

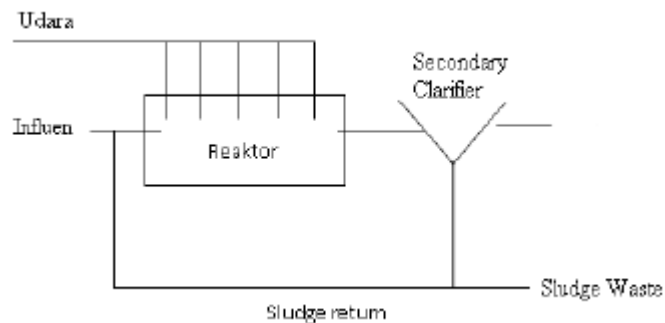


Gambar 2. 7 Clarifier

2.2.3 Proses Biologi secara Aerobik (*Activated Sludge*)

a. Konvensional

Pada sistem konvensional terdiri dari tanki aerasi, *secondary clarifier* dan *recycle sludge*. Selama berlangsungnya proses terjadi absorpsi, flokulasi dan oksidasi bahan organik. Air limbah dan lumpur *recycle* dari clarifier masuk pada awak reactor



Gambar 2. 8 Bak Pengendap Rectangular

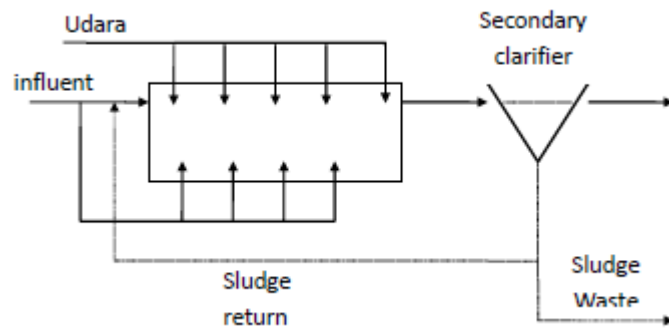
Sumber : WWTP,Planing. Desing and operation, syed Qasim hal. 52

b. Non konvensional

1. Step Aerasi

Inlet air buangan dan lumpur recycle masuk melalui 3 - 4 titik di tanki aerasi. Biasanya reactor terdiri dari 3 atau lebih saluran yang terhubung secara paralel yang dibatasi oleh baffle. Sedangkan

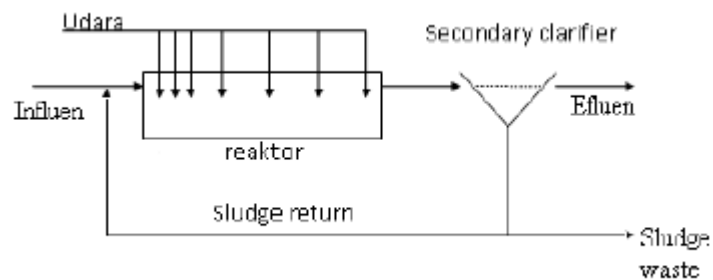
lumpur recycle masuk pada tiap salurannya. Keuntungannya mempunyai waktu detensi yang lebih pendek.



Gambar 2. 9 Step Aerasi

2. Tapered Aerasi

Hampir sama dengan aerasi konvensional, tetapi injeksi udara ditik awal lebih tinggi karena kebutuhan oksigen di awal lebih tinggi. Semakin mendekati saluran efluen, jarak antar diffusernya bertambah.

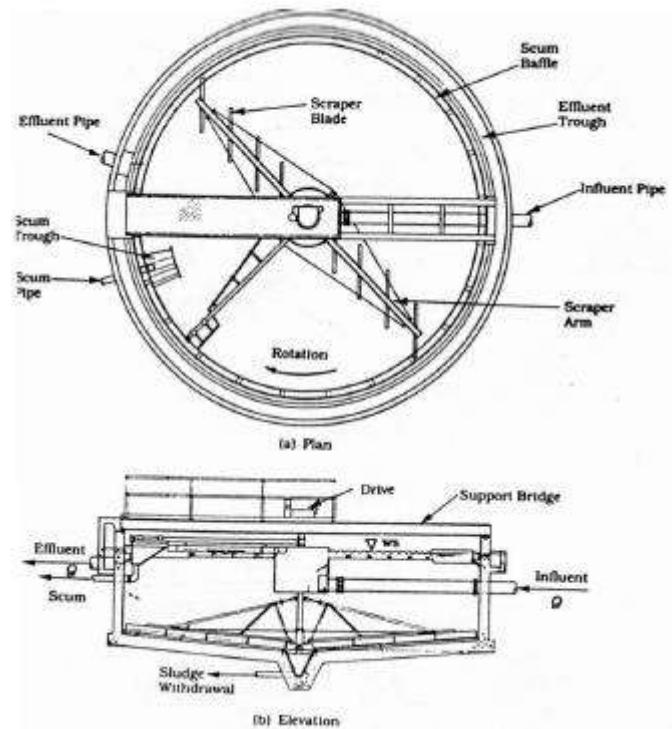


Gambar 2. 10 Tapered Aerasi

2.2.4 *Secondary 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. Unit pengolahan tersier ini terdiri dari Clarifier.

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



Gambar 2. 11 Clarifier. (a) Denah, (b) Tampak Samping
(Sumber : Reynold,251)

2.2.5 Pengolahan Lumpur (*Sludge Treatment Primary Treatment*)

Dari pengolahan air limbah maka hasilnya adalah berupa lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Sludge dalam disposal sludge memiliki masalah yang lebih kompleks. Hal ini disebabkan karena:

- Sludge sebagian besar dikomposisi dari bahan-bahan yang responsible untuk menimbulkan bau.
- Bagian sludge yang dihasilkan dari pengolahan biologis dikomposisi dari bahan organik.
- Hanya sebagian kecil dari sludge yang mengandung solid (0,25% - 12% solid).

Tujuan utama dari pengolahan lumpur adalah :

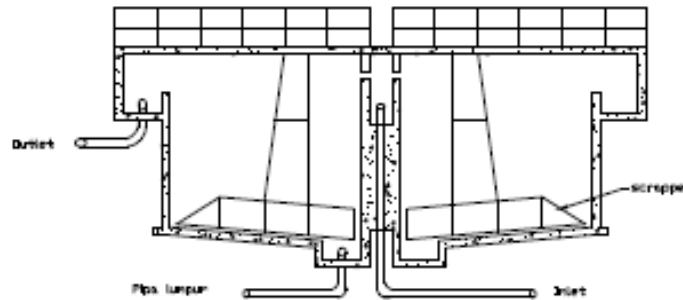
- Mereduksi kadar lumpur

- Memanfaatkan lumpur sebagai bahan yang berguna seperti pupuk dan sebagai penguruk lahan yang sudah aman.

Unit pengolahan lumpur meliputi :

- *Sludge Thickener*

Sludge thickener adalah suatu bak yang berfungsi untuk menaikkan kandungan solid dari lumpur dengan cara mengurangi porsi fraksi cair (air), sehingga lumpur dapat dipisahkan dari air dan ketebalannya menjadi berkurang atau dapat dikatakan sebagai pemekatan lumpur. Tipe thickener yang digunakan adalah *gravity thickener* dan lumpur berasal dari bak pengendap I dan pengendap II. Pada sistem *gravity thickener* ini, lumpur diendapkan di dasar bak *sludge thickener*.

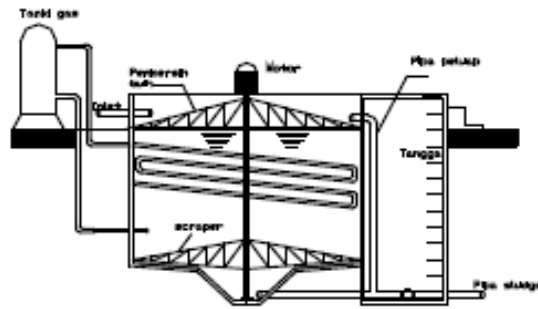


Gambar 2. 12 *Sludge Thickener*

Sumber: Metcalf and Eddy, Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse

- *Sludge Digester*

Sludge digester berfungsi untuk menstabilkan *sludge* yang dihasilkan dari proses lumpur aktif dengan mengkomposisi organik material yang bersifat lebih stabil berupa anorganik material sehingga lebih aman untuk dibuang.



Gambar 2. 13 Sludge Digester

- *Sludge Drying Bed*

Sludge drying bed merupakan suatu bak yang dipakai untuk mengeringkan lumpur hasil pengolahan dari *thickener*. 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.

2.3 Persen Removal

Tabel 2. 3 Kapasitas Removal

Jenis Bangunan	Beban Pencemar	Kemampuan Penyisihan	Sumber
Pre Treatment			
Saluran pembawa	-	-	-
Screen	-	-	-
Bak Ekualisasi	-	-	-
Primary Treatment			
Grease Trap	Minyak Lemak	≥ 80%	Kementerian Pekerjaan Umum & Perumahan Rakyat (2018), hal. 25
Koagulasi Flokulasi	-	-	-

Bak Pengendap 1	TSS	50 – 70%	Metcalf & Eddy (2003), hal 396
Secondary Treatment			
<i>Activated Sludge</i>	TSS	60 – 85%	Cavaseno V (1976)
	COD	50 – 95%	
	NH3-N	33 – 99%	
	TKN	33 – 99%	
Tertiary Treatment			
<i>Final Clarifier</i>	TSS	50 – 70%	Metcalf & Eddy (2003), hal 396

2.4 Profil Hidrolis

2.4.1 Kehilangan Tekanan Pada Bangunan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan.

2.4.2 Kehilangan Tekanan Pada Perpipaan dan Aksesoris

Kehilangan tekanan pada saluran terbuka berbeda dengan cara menghitung saluran tertutup.

a. Kehilangan tekanan pada perpipaan

Cara yang mudah dengan monogram “Hazen William” Q atau V diketahui maka S didapat dari monogram.

b. Kehilangan tekanan pada aksesoris

Cara yang mudah adalah dengan mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, disini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus S.

c. Kehilangan tekanan pada pompa

Bisa dihitung dengan rumus, grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak factor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya.

d. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok

Cara perhitungan juga dengan bantuan monogram

2.4.3 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. Tambahkan 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.
- d. Jika tinggi muka air bangunan selanjutnya lebih tinggi dari tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa untuk menaikkan air.