

BAB II

Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian limbah industri rokok

Limbah merupakan satu bahan yang terbuang atau dibuang dari satu sumber hasil aktifitas manusia maupun proses-proses alam, dan belum mempunyai nilai ekonomi bahkan cenderung merugikan. Limbah dikatakan merugikan karna penanganan untuk membuang atau membersihkannya memerlukan biaya yang cukup besar, disamping itu juga dapat mencemari lingkungan.

Menurut (Ginting, 2007), limbah yang terbuang apabila mempunyai jumlah beban relatif sedikit dibanding dengan lingkungan tempat dibuangnya limbah tersebut belum membahayakan lingkungan. Apabila beban limbah (debit dan konsentrasi) berada diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yang diperbolehkan, maka akan mempunyai dampak yang merugikan dan membahayakan lingkungan sekitarnya termasuk manusia. Dampak lingkungan yang timbul tergantung dari sifat dan jumlah limbah, serta daya dukung atau kepekaan lingkungan yang menerimanya

Menurut SK Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002, pengertian air limbah adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri atau usaha lainnya yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Sedangkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013, pengertian air limbah adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan dalam kegiatan industri atau usaha lainnya yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Air limbah yang bersumber dari pabrik biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Air limbah berasal dari air yang ikut dalam proses produksi kemudian dibuang dan air proses tersebut di tambah bahan kimia tertentu setelah diproses dituang kembali (Ginting, 2007).

Industri Rokok dalam kegiatan produksinya menghasilkan limbah produksi yang berupa, cengkeh dan tembakau yang mengandung senyawa

eugenol dan nikotin yang toksik terhadap beberapa hama dan penyakit tanaman. serta limbah Cair ini dihasilkan dari kegiatan proses pengolahan seperti pada pencucian mesin pengering,. Air hasil cucian tersebut mengandung bahan kimia yang larut dalam air dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Apabila air sudah tercemar oleh limbah industri Rokok tersebut maka air tidak layak lagi untuk digunakan.

2.2 Limbah domestik

Limbah cair domestik adalah air yang telah dipergunakan dan berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk di dalamnya adalah yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci, WC, serta tempat memasak (Sugiharto, 2008). Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya, maka parameter kunci untuk air limbah domestik adalah BOD, COD, TSS, pH, serta Lemak dan Minyak.

Limbah domestic dapat berupa *grey water* ataupun *black water*, limbah domestic berasal dari aktivitas rumah tangga dan tempat tinggal lainnya, termasuk kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, masak, dan menggunakan toilet.

Grey water merupakan limbah yang berasal dari aktivitas rumah tangga selain dari toilet air bekas dari : Mandi, Cuci tangan, Mencuci pakaian, Mencuci peralatan makan dan dapur. Karakteristik *grey water* diantaranya polutan yang terkandung pada *grey water* memiliki sedikit kontaminan dari limbah seperti sabun, detergen, minyak, lemak, dan sedikit zat organik, selain tidak mengandung kotoran manusia. Dengan karakteristik diatas semestinya *grey water* dapat dipergunakan kembali seperti penyiraman tanaman dan lain lain. *Black water* merupakan air limbah yang mengandung kotoran manusia dan berasal dari toilet, pada Sebagian *black water* juga terdapat sisa makanan, minyak goreng, hingga air bidet atau urinoir. *Black water* mengandung sejumlah besar patogen seperti bakteri, virus, parasit, bahkan zat organik dan nutrient tinggi. Hal yang terkandung pada *black water* dapat menyebabkan penyakit,

dengan itu *black water* tidak dapat dimanfaatkan langsung seperti *grey water*. *Black water* membutuhkan pengolahan lebih intensif sebelum dibuang ke lingkungan .

2.3 Karakteristik limbah

a. 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 1,58μ m. (Metcalf & Eddy, 2004).

Total Suspended Solid (TSS) pada air buangan kawasan industri ini adalah 200 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kadar padatan yang tersuspensi (TSS) yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 50 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

b. 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 mengubah kondisi di perairan alami. (Metcalf & Eddy, 2004:57).

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

c. Amoniak (NH₃)

Amonia adalah senyawa kimia yang bersifat basa dan memiliki kandungan unsur Nitrogen yang dapat memicu pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Sumber

amonia adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik.

Kandungan amonia air buangan kawasan industri ini adalah 25 mg/L, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 4 mg/L. (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

d. BOD (Biological Oxygen Demand)

BOD merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan senyawa organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air oleh aktivitas mikroba. BOD₅ adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter (mg/L) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah tersebut menjadi jernih kembali. Untuk itu semua diperlukan waktu 100 hari pada suhu 28°

C. Akan tetapi di laboratorium dipergunakan waktu 5 hari sehingga dikenal sebagai BOD₅ (Sugiharto, 2005:6).

Kandungan BOD pada air limbah Industri Kayu Lapis ini adalah 500 mg/L, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan BOD yang diperbolehkan di buang ke lingkungan adalah sebesar 75 mg/L (Peraturan Gubernur Jatim No.72 Tahun 2013).

e. COD (Chemical Oxygen Demand)

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) (Qasim, 1985:39). 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 oksidan yang kuat (kalium dikromat) dalam media asam (Sperling, 2007:40).

Kandungan COD air buangan kawasan industri ini adalah 1200mg/L, sedangkan baku mutu yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar

125 mg/L (Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013).

f. Fenol

Phenol juga merupakan bahan organik yang mempunyai sifat larut dalam air. Bahan ini dalam air dapat menyebabkan iritasi yang kuat, racun terhadap kulit dan dapat menyebabkan gangguan terhadap tenggorokan. Toleransi pengolahan untuk air limbah industri menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 adalah 0,25 mg/l, bila melebihi akan sulit untuk diuraikan secara biologis. Sedangkan toleransi maksimum untuk air limbah adalah 2 mg/l. (Metcalf & Eddy, 2004).

g. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan bahan (ester) dari alkohol atau gliserol (gliserin) dengan asam lemak. Gliseride asam lemak cair dan temperaturnya normal merupakan minyak, sedangkan yang gliseride asam lemak padat merupakan lemak. Jika minyak tidak dihilangkan sebelum air limbah diolah, maka dapat mengganggu kehidupan biologis di permukaan perairan permukaan dan membuat lapisan tembus cahaya. Ketebalan minyak yang diperlukan untuk 9 membentuk sebuah lapisan tembus cahaya di permukaan badan air sekitar 0,0003048 mm (0,0000120 in) (Metcalf & Eddy, 2004).

2.4 Bangunan pengolahan air buangan

Bangunan pengolahan air buangan adalah unit yang dirancang untuk mengurangi beban pencemar yang terdapat pada air buangan atau limbah. Beban pencemar yang dimaksud adalah partikel-partikel berbahaya, BOD, COD, organisme patogen, komponen beracun dan bahan lainnya yang memiliki sifat beracun dan berpotensi menimbulkan penyakit pada manusia atau organisme lainnya. Bangunan pengolahan air limbah harus dirancang dengan baik agar dapat

menurunkan beban pencemar secara efektif. Menurut (Sugiharto, 1987), dalam proses pengolahan air limbah dibagi menjadi empat tahapan yaitu:

a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Pengolahan pendahuluan bertujuan untuk menyaring sampah-sampah

terapung yang masuk bersama dengan air agar dapat mempermudah proses pengolahan selanjutnya. Contohnya seperti, menyortir kerikil, lumpur, menghilangkan zat padat, dan memisahkan lemak. Selain itu pengolahan pendahuluan juga berfungsi untuk menyalurkan air limbah dari unit operasinya ke bangunan pengolahan air limbah.

b. Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pada proses pengolahan tahap pertama ini, proses yang terjadi yaitu secara fisika dan kimia. Pada proses ini bertujuan untuk menghilangkan zat padat yang tercampur melalui pengapungan dan pengendapan.

c. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan sekunder akan memisahkan koloidal dan komponen organik terlarut dengan proses biologis. Proses pengolahan biologis ini dapat dilakukan secara aerobik maupun anaerobik. Pada pengolahan air buangan industri pengolahan minyak bumi menggunakan sistem aerobik yaitu activated sludge karena kandungan biologi pada air buangan industri pengolahan minyak sawit cukup banyak seperti BOD, COD karena persen removal activated sludge cukup besar untuk meremoval kandungan organik.

d. Pengolahan Ketiga (*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.

e. Pengolahan Lumpur (*Sludge 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:

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

Tujuan utama dari pengolahan lumpur adalah :

- a. Mereduksi kadar lumpur
- b. Memanfaatkan lumpur sebagai bahan yang berguna seperti pupuk dan sebagai penguruk lahan yang sudah aman.

Adapun bangunan pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair di kawasan industri, antara lain:

2.5 Pengolahan pendahuluan

Proses pengolahan awal ini dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah terapung yang berukuran besar atau sedang dari pasir agar mempercepat proses pengolahan selanjutnya. Selain itu *pre-treatment* juga berfungsi untuk memindahkan atau menyalurkan air limbah dari unit proses produksi industri yang menghasilkan limbah ke bangunan pengolahan air limbahnya. Unit proses pengolahan untuk *pre-treatment* pada industri pupuk urea antara lain :

Saluran Pembawa

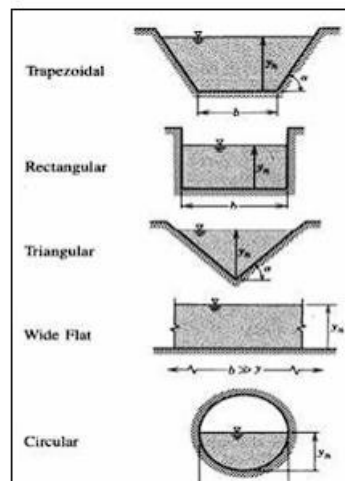
Saluran pembawa adalah unit yang berfungsi untuk mendistribusikan air limbah menuju unit pengolahan selanjutnya. Saluran pembawa memiliki 2 jenis yaitu saluran terbuka dan tertutup (pipa). Saluran terbuka biasanya terbuat dari beton dan memiliki bentuk persegi, trapesium maupun setengah lingkaran. Perencanaan saluran pembawa selalu memerhatikan beda ketinggian atau perbedaan elevasi antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya. Apabila saluran pembawa ini di atas lahan yang datar, maka diperlukan

kemiringan/slope (m/m). Saluran pembawa yang baik adalah saluran yang setiap 10m memiliki bak kontrol. Jenis-jenis saluran pembawa seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 (a) saluran terbuka (b) saluran tertutup

Saluran terbuka (*open channel flow*) adalah sistem saluran yang permukaan airnya terpengaruh dengan udara luar (atmosfer). Ada beberapa macam bentuk dari saluran terbuka, di antaranya trapesium, segi empat, segitiga, setengah lingkaran, ataupun kombinasi dari bentuk tersebut, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 bentuk bentuk saluran terbuka

Sedangkan saluran tertutup (pipe flow) adalah sistem saluran yang permukaan airnya tidak terpengaruh dengan udara luar (atmosfer). Konstruksi saluran tertutup terkadang ditanam pada kedalaman tertentu di dalam tanah yang disebut dengan sistem sewerage. Namun walaupun tertutup, alirannya tetap mengikuti gravitasi yaitu aliran pada saluran terbuka.

Perbedaan mendasar antara aliran pada saluran terbuka dan saluran tertutup (pipa) adalah adanya permukaan yang bebas yang (hampir selalu) berupa udara pada saluran terbuka. Pipa yang alirannya tidak penuh sehingga masih ada rongga yang berisi udara maka sifat dan karakteristik alirannya sama dengan aliran pada saluran terbuka (Kodoatie & Sugiyanto, 2002).

A. Screening

merupakan unit operasi pertama dalam pengolahan air limbah. Fungsi penyaringan ini adalah untuk menghilangkan zat padat yang kasar. *Screening* biasanya terdiri dari batang paralel, kawat atau *grating*, *perforated plate* dan Penyaringan 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 pembersihannya ada dua cara yaitu, secara manual dan mekanis. Perbedaan *screen* kasar dan halus adalah pada jauh atau dekatnya jarak antar *bar screen*.

Screening atau saringan banyak diletakkan di saluran masuk dari sungai, danau, waduk untuk instalasi pengolahan air, dan sumur tempat pembuangan atau penampung untuk instalasi pengolahan air limbah. Screening atau bar screen juga diletakkan sebelum pompa di stasiun pemompaan air hujan dan air limbah. Unit ini berfungsi untuk menghilangkan kotoran kasar (seperti potongan kain, padatan, dan ranting), yang mungkin merusak pompa atau menyumbat pipa dan saluran hilir (Droste, 1997).

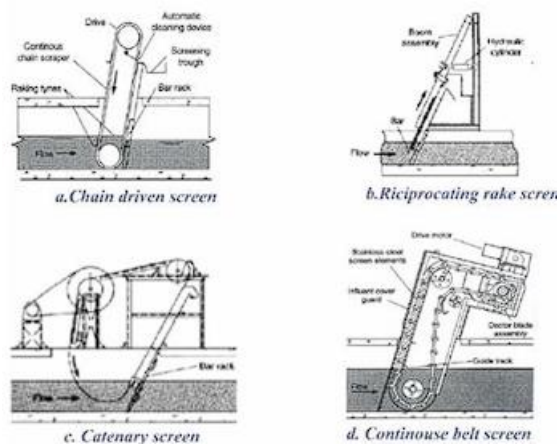
1. Penyaring kasar (coarse screen)

Screen ini berbentuk seperti batangan paralel yang biasa dikenal dengan “*bar screen*” berfungsi untuk menyaring padatan kasar yang berukuran dari 6-150 mm, seperti ranting kayu, kain, dan sampah- sampah lainnya. Adanya *screen* ini agar melindungi pompa, valve, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan atau

penyumbatan oleh benda-benda tersebut. Cara pembersihan *bar screen* terbagi menjadi dua yaitu manual dan mekanis. Pembersihan secara manual menggunakan tenaga manusia sedangkan pembersihan secara mekanis menggunakan tenaga mesin



Gambar 2. 3 bentuk bentuk saluran terbuka



Gambar 2. 4 jenis screen dengan pembersihan tipe mekanis

Adapun kriteria perencanaan untuk endesain coarse screen dengan pembersihan secara manual maupun mekanis adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 kriteria pperencanaan saringan kasar

Parameter	U.S Customary Units		SI Unit			
	Metode Pembersihan		Metode Pembersihan			
	Unit	Manual	Mekanika	Unit	Manual	Mekanikal
<u>Ukuran</u> <u>batang</u>						
Lebar	in	0,2-0,6	0,2-0,6	mm	5-15	5-15
Kedalaman	in	1,0-1,5	1,0-1,5	mm	25-38	25-38
Jarak antar batang	in	1,0-2,0	0,6-0,3	mm	25-50	15-75
Kemiringan thd vertikal	o	30-45	0-30	o	30-45	0-30
Kecepatan	ft/s	1,0-2,0	2,0-3,25	m/s	0,3- 0,6	0,6-1,0
Max Min	ft/s		1,0-1,6	m/s		0,3-0,5
Headloss	in	6	6-24	mm	150	150-600

2. Penyaring halus (fine screen)

Berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang berukuran kurang dari 6 mm. *Screen* ini dapat digunakan untuk pengolahan pendahuluan (*Pre- Treatment*) maupun pengolahan pertama (*Primary Treatment*). Saringan halus pada pengolahan pendahuluan biasanya digunakan dengan saringan kasar. Sedangkan pada pengolahan pertama saringan halus biasanya digunakan dengan pengendap pertama. Tipe-tipe saringan halus yang digunakan untuk pengolahan pendahuluan adalah :

- Static (fixed)*
- Rotary drum*
- Step type*

Screen tipe ini dapat meremoval BOD dan TSS. Dapat dilihat pada Tabel 2.2

merupakan kemampuan penyisihan oleh *fine screen*. Screen tipe ini dapat meremoval BOD dan TSS. Dapat dilihat pada Tabel 2.2 merupakan kemampuan penyisihan oleh *fine screen*

Tabel 2. 2 persen removal fine screen

Jenis screen	Luas permukaan		Persen removal	
	In	Mm	BOD (%)	TSS(%)
<i>Fixed parabolic</i>	0.0625	1.6	5 – 20	5 – 30
<i>Rotary drum</i>	0.01	0.25	25 – 50	25 – 45

Tabel 2. 3 Klasifikasi 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	Stainlees-steel dan kain polyester	Meremoval residual dari suspended solid sekunder

Jenis Screen	Permukaan Screen			Bahan Screen	Penggunaan
	Klasifikasi Ukuran	Range Ukuran			
		In	Mm		
<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 μ m	Jala-jala yang terbuat dari stainless-steel	Gabungan dengan saluran pembawa

B. Bak ekualisasi



Gambar 2. 5 Bak ekualisasi

Tujuan dari ekualisasi adalah untuk meminimalkan atau mengontrol fluktuasi karakteristik air limbah untuk memberikan kondisi yang optimal untuk proses pengolahan selanjutnya. Ukuran dan jenis bak ekualisasi bervariasi dengan jumlah sampah dan variabilitas aliran air limbah. Wadah harus memiliki ukuran yang cukup untuk menyerap fluktuasi limbah yang disebabkan oleh variasi dalam penjadwalan produksi pabrik dan untuk meredam *batch* terkonsentrasi yang dibuang atau tumpah secara berkala ke saluran pembuangan. Bak ekualisasi biasanya disediakan untuk memastikan pemerataan yang memadai dan untuk

mencegah padatan yang dapat mengendap dari pengendapan di cekungan. Tujuan penggunaan bak ekualisasi untuk fasilitas pengolahan industri menurut (Droste, 1997) yaitu:

- a. Untuk memberikan peredaman fluktuasi organik yang memadai untuk mencegah *shock loading* atau pembebanan kejut pada sistem biologis.
- b. Untuk memberikan kontrol pH yang memadai atau untuk meminimalkan persyaratan kimia yang diperlukan untuk netralisasi.
- c. Untuk meminimalkan lonjakan aliran ke sistem pengolahan fisik-kimia dan memungkinkan laju umpan kimia yang kompatibel dengan peralatan makan.
- d. Untuk memberikan pakan terus menerus ke sistem biologis selama periode ketika pabrik tidak beroperasi.
- e. Menyediakan kapasitas untuk pembuangan limbah yang terkontrol ke sistem kota untuk mendistribusikan beban limbah lebih merata.
- f. Untuk mencegah konsentrasi tinggi bahan beracun memasuki pabrik pengolahan biologis.

Bak ekualisasi di desain untuk menyamakan aliran, konsentrasi atau keduanya. Debit atau aliran dan konsentrasi limbah yang fluktuatif akan disamakan debit dan konsentrasinya dalam bak ekualisasi, sehingga dapat memberikan kondisi yang optimum pada pengolahan selanjutnya (Metcalf & Eddy, 2004). Rumus yang digunakan pada unit pengolahan ini adalah sebagai berikut.

- Dimensi Bak Ekualisasi

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

Dengan:

V = Volume bak ekualisasi (m³)

L = Panjang bak (m)

B = Lebar bak (m)

H = Kedalaman air pada bak ekualisasi (m)

- Kedalaman total

$H_{\text{total}} = H + \text{freeboard}$:

$H_{\text{total}} = \text{Kedalam bak (m)}$

H = Ketinggian Air dalam bak ekualisasi (m) Freeboard = 5% – 30%

Apabila dalam bak ekualisasi terjadi penghomogenan debit limbah, maka diperlukan sistem pengadukan, dapat menggunakan sistem aerasi. Untuk menghitung daya blower yang digunakan rumus sebagai berikut (Metcalf & Eddy, 2004).

Dengan:

W = Berat aliran udara

R = Konstanta gas universal untuk udara (J/mole.K (SI units) atau ft.lb/(lb air).°R (US unit)

T_1 = Temperatur absolut inlet = 20 °C = 16 °R P_2 = Tekanan absolut outlet

P_1 = Tekanan absolut inlet

n untuk *single stage centrifugal blower* = 0,283 Faktor konversi ft.lb/s ke hp

Efisiensi (E) = 0,7 – 0,9

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2004. Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, hal. 441)

2.6 Pengolahan primer

Pada proses ini terjadi proses fisik dan kimia. Proses fisik dapat berupa pengendapan pertama untuk memisahkan padatan tersuspensi dan flotasi yang berfungsi untuk meremoval minyak dan lemak. Pada proses ini umumnya mampu mereduksi TSS 50 – 65% (Qasim, 1985). Pengolahan primer (*Primary Treatment*) yang dibutuhkan untuk mengolah limbah cair industri pupuk urea ini meliputi :

C. Netralisasi

Proses netralisasi bertujuan untuk menetralkan pH atau keasaman air baku sampai menjadi netral. Hal tersebut dimaksudkan agar proses pengolahan dapat

berjalan dengan baik. Bahan kimia yang umum dipakai yaitu asam sulfat atau asam klorida untuk menetralkan air baku yang bersifat alkali. Sedangkan untuk air baku yang bersifat asam umumnya digunakan soda ash atau soda abu dan kapur tohor (Said, 2017).

Proses penetralan umumnya dilakukan dengan pengadukan di dalam bak pencampur dengan waktu detensi berkisar antara 5 sampai 30 menit, dan biasanya dilengkapi dengan kontrolir pH. Penetralan dengan memakai kapur dapat menimbulkan endapan garam kalsium (Said, 2017). Dalam proses netralisasi, terdapat dua (2) sistem yang digunakan dalam menjalankan prosesnya. Sistem sistem tersebut diantaranya sebagai berikut (Eckenfelder, 2000).

- Sistem batch biasa digunakan pada air limbah yang memiliki debit lebih kecil dari $380 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- Sedangkan sistem continue membutuhkan pengaturan tingkat keasaman (pH).

Apabila udara diperlukan untuk proses pengadukan, maka aliran udara minimum yang dibutuhkan berkisar antara $1 - 3 \text{ ft}^3/\text{mm.ft}^2$ atau $0,3 - 0,9 \text{ m}^3/\text{mm.m}^2$ dengan kedalaman 9 ft (2,7 m). Apabila sistem pengadukan dilakukan secara mekanis, maka daya yang dibutuhkan berkisar antara 0,2 – 0,4 hp/ribu.gal (0,04 - 0,08 kW/ m^3)

D. Koagulasi-Flokulasi

Ketika memasuki proses koagulasi, terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air sebagai akibat dari pengadukan cepat dan pembubuhan bahan kimia (koagulan). Koloid dan partikel yang stabil berubah menjadi tidak stabil karena terurai menjadi partikel yang bermuatan positif dan negatif. Pembentukan ion positif dan negatif juga dihasilkan melalui proses penguraian koagulan. Proses ini dilanjutkan dengan pembentukan ikatan antara ion positif dari koagulan (misal Al^{3+}) dengan ion negatif dari partikel (misal OH^-) dan antara ion positif dari partikel (misal Ca^{2+}) dengan ion negatif dari koagulan (misal SO_4^{2-}) yang menyebabkan pembentukan inti flok (presipitat) (Masduqi & Assomadi, 2016).

Bila koagulan ditambahkan ke dalam air, reaksi yang terjadi antara lain:

- Pengurangan zeta potensial (potensial elektrostatis) hingga suatu titik dimana

gaya van der Waals dan agitasi yang diberikan menyebabkan partikel yang tidak stabil bergabung serta membentuk flok;

- Agregasi partikel melalui rangkaian inter partikulat antara grup-grup reaktif pada koloid;
- Penangkapan partikel koloid negatif oleh flok-flok hidroksida yang mengendap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi antara lain:

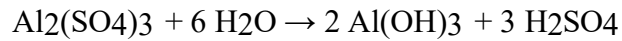
- Kualitas air meliputi gas-gas terlarut, warna, kekeruhan, rasa, bau, dan kesadahan;
- Jumlah dan karakteristik koloid;
- Derajat keasaman air (pH);
- Pengadukan cepat, dan kecepatan paddle;
- Temperatur air;
- Alkalinitas air, bila terlalu rendah ditambah dengan pembubuhan kapur;
- Karakteristik ion-ion dalam air.

Koagulan merupakan bahan kimia yang dibutuhkan untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (secara gravitasi). Kekeruhan dan warna dapat dihilangkan melalui penambahan koagulan atau sejenis bahan-bahan kimia antara lain. Jenis-jenis koagulan yang sering digunakan adalah sebagai berikut (Metcalf & Eddy, 2004).

a. Alumunium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$)

Alumunium sulfat dapat digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan air buangan. Koagulan ini biasanya disebut tawas, bahan ini dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Koagulan ini membutuhkan kehadiran alkalinitas dalam air untuk membentuk flok. Dalam reaksi koagulasi, flok alum dituliskan sebagai $\text{Al}(\text{OH})_3$. Mekanisme koagulasi ditentukan oleh pH, konsentrasi koagulan dan konsentrasi koloid. Koagulan dapat menurunkan pH dan alkalinitas karbonat. Rentang pH agar koagulasi dapat berjalan dengan baik antara 4,5 – 7 (Eckenfelder, 2000). Adapun

reaksi dasarnya adalah sebagai berikut.



b. Koagulan Ferrie Chloride ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

Dalam pengolahan air penggunaannya terbatas karena bersifat korosif dan tidak tahan untuk penyimpanan yang terlalu lama.

c. Koagulan Ferrous Sulfate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Dikenal sebagai Copperas, bentuk umumnya adalah granular. Ferrous Sulfate dan lime sangat efektif untuk proses penjernihan air dengan pH tinggi (pH > 10).

d. Koagulan Chlorinated Copperas ($\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$), $\text{FeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Dibuat dengan menambahkan klorin untuk mengoksidasi Ferrous Sulfate. Keuntungan penggunaan koagulan ini adalah dapat bekerja pada jangkauan pH 4,8 hingga 11.

e. Koagulan Sodium Aluminate (NaAlO_2)

Digunakan dalam kondisi khusus karena harganya yang relatif mahal. Biasanya digunakan sebagai koagulan sekunder untuk menghilangkan warna dan dalam proses pelunakan air dengan lime soda ash.

f. Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC)

Polimer aluminium merupakan jenis baru sebagai hasil riset dan pengembangan teknologi air sebagai dasarnya adalah aluminium yang berhubungan dengan unsur lain membentuk unit berulang dalam suatu ikatan rantai molekul yang cukup panjang, pada PAC unit berulangnya adalah Al-OH.

PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani partikel-partikel koloid sehingga koagulasi berlangsung efisien. Namun terdapat kendala dalam menggunakan PAC sebagai koagulan yaitu perlu pengarahan dalam pemakaiannya karena bersifat higroskopis.

Pengadukan terdiri dari beberapa jenis dan tipe. Adapun jenis pengadukan dapat dikelompokkan berdasarkan kecepatan pengadukan dan metode pengadukannya. Berdasarkan kecepatan pengadukannya, dibedakan menjadi:

a. Pengadukan Cepat

Tujuan pengadukan cepat dalam pengolahan air adalah untuk menghasilkan turbulensi air sehingga dapat mendispersikan bahan kimia yang akan dilarutkan dalam air (Masduqi & Assomadi, 2016). Waktu pengadukan cepat dari 20-60 detik, dengan gradien kecepatan 700- 1000/s. Pengadukan cepat dapat dilakukan dengan pengadukan mekanik, pengadukan pneumatis, dan baffle basins (Reynolds & Richards, 1996).

b. Pengadukan Lambat

Tujuan pengadukan lambat dalam pengolahan air adalah untuk menghasilkan gerakan air secara perlahan sehingga terjadi kontak antar partikel untuk membentuk gabungan partikel hingga berukuran besar (Masduqi & Assomadi, 2016). Waktu pengadukan lambat dari 15- 30 menit, dengan gradien kecepatan 20-70/s. Pengadukan lambat dapat dilakukan dengan pengadukan mekanik dan pengadukan hidrolis (Reynolds & Richards, 1996).

Sedangkan berdasarkan metode pengadukannya, pengadukan dibedakan menjadi:

a. Pengadukan Mekanis

Pengadukan mekanis adalah metode 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).

- Paddle impeller

Paddle impeller biasanya memiliki dua atau empat blades. Blades dapat berbentuk pitch atau vertikal. Tipe yang umum digunakan yaitu vertikal. Diameter paddle impeller biasanya 50-80% dari diameter atau lebar tangki. Dan lebar paddle biasanya 1/6 atau 1/10 dari diameter. Jarak paddle yaitu 50% dari diameter di atas dasar tangki. Kecepatan paddle berkisar antara 20- 150 rpm. Paddle impeller tidak seefisien turbin, karena tidak menghasilkan banyak turbulensi dan gaya geser (Reynolds & Richards, 1996).

- Propeller impeller

Propeller impeller memiliki dua atau tiga blades. Pitch didefinisikan sebagai jarak cairan bergerak secara aksial selama satu revolusi. Biasanya pitch adalah 1,0 atau 2,0 dan diameter propeller maksimum 18 inchi. Kecepatan propeller biasanya 400 – 1750 rpm. Agitator propeller sangat efektif dalam tangki besar, karena kecepatan tinggi (Reynolds & Richards, 1996).

Power yang dihasilkan dari berbagai impeller dapat ditentukan dengan menggunakan hubungan yang dikembangkan oleh Rushton. Daya tangki tidak sama, sesuai dengan nilai konstanta impeller, K_T dan K_L .

Tabel 2. 4Konstanta K_T dan K_L

Jenis impeller	K_T	K_L
<i>Propeller, pitch of 1, 3 blades</i>	41,0	0,32
<i>Propeller, pitch of 2, 3 blades</i>	43,5	1,00
<i>Turbine, 4 flat blades, vaned disc</i>	60,0	5,31
<i>Turbine, 6 flat blades, vaned disc</i>	65,0	5,75
<i>Turbine, 6 curved blades</i>	70,0	4,80
<i>Fan turbine, 6 blades at 45°</i>	70,0	1,65
<i>Shroude turbine, 6 curved blades</i>	97,5	1,08
<i>Shroude turbine, eith stator, no baffles</i>	172,5	1,12
<i>Flat paddles, 2 blades (single paddle), $D_i/W_i = 4$</i>	43,0	2,25

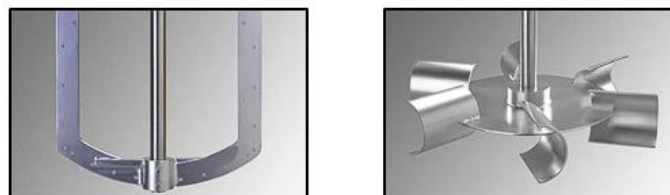
<i>Flats paddles, 2 blades, $Di/Wi = 6$</i>	36,5	1,70
<i>Flats paddles, 2 blades, $Di/Wi = 8$</i>	33,0	1,15
<i>Flats paddles, 4 blades, $Di/Wi = 6$</i>	49,0	2,75
<i>Flats paddles, 6 blades, $Di/Wi = 8$</i>	71,0	3,82

(Sumber: (Reynolds & Richards, 1996:188))

Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan cepat umumnya dilakukan dalam kurun waktu singkat dalam satu bak. Faktor penting dalam pengadukan ekanis yaitu gradien kecepatan (G) dan td. Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan lambat umumnya memerlukan tiga kompartemen dengan ketentuan G di kompartemen I lebih besar daripada G di kompartemen II, dan G di kompartemen III yang paling kecil. Pengadukan mekanis umumnya digunakan untuk pengadukan lambat adalah tipe paddle yang dimodifikasi hingga membentuk roda (paddle wheel), baik dengan posisi horizontal maupun

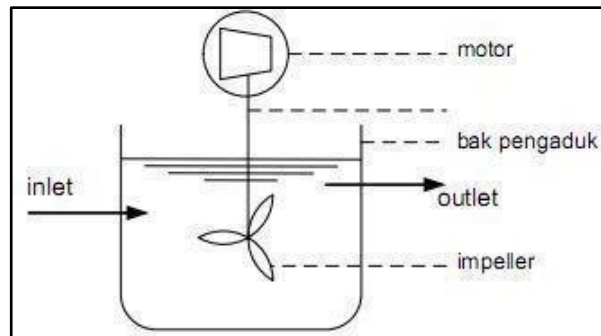


Gambar 2. 6 (a) 2 blade impeller (b) 3 blade impeller (c) 4 blade impeller



Gambar 2. 7 (d) Anchor Type Impeller (e) Agitator Impeller

Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan cepat umumnya dilakukan dalam kurun waktu singkat dalam satu bak. Faktor penting dalam pengadukan mekanis yaitu gradien kecepatan (G) dan td . Pengadukan mekanis dengan tujuan pengadukan lambat umumnya memerlukan tiga kompartemen dengan ketentuan G di kompartemen I lebih besar daripada G di kompartemen II, dan G di kompartemen III yang paling kecil. Pengadukan mekanis umumnya digunakan untuk pengadukan lambat adalah tipe paddle yang dimodifikasi hingga membentuk roda (paddle wheel), baik dengan posisi horizontal maupun vertikal.



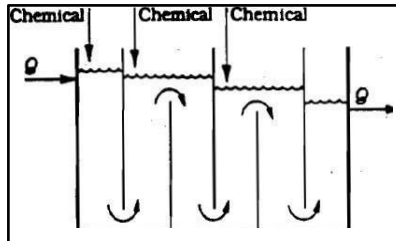
Gambar 2. 8Pengadukan Cepat dengan Pengadukan Mekanis, Sumber : (Masduki & Assomadi, 2016)

b. Pengadukan Hidrolis

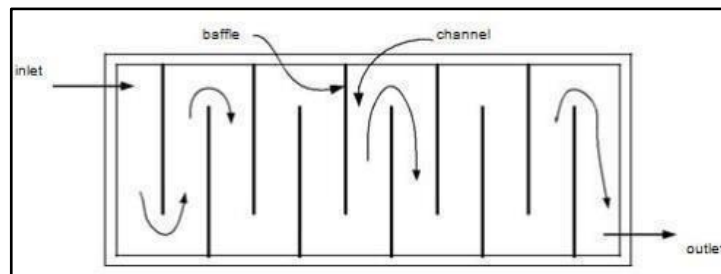
Pengadukan hidrolis adalah pengadukan yang memanfaatkan aliran air sebagai tenaga pengadukan. Tenaga pengadukan ini dihasilkan dari energi hidrolik yang dihasilkan dari suatu aliran hidrolik. Energi hidrolik dapat berupa energi gesek, energi potensial (jatuhan) atau adanya lompatan hidrolik dalam suatu 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.

Jenis pengadukan hidrolis yang digunakan pada pengadukan lambat adalah aliran air yang menghasilkan energi hidrolik yang lebih kecil. Aliran air dibuat relatif lebih tenang dan dihindari terjadinya turbulensi agar flock yang terbentuk tidak pecah lagi. Beberapa contoh pengadukan hidrolis untuk pengadukan lambat adalah kanal bersekat/baffle channel,



Gambar 2. 9 perforated wall, gravel bed dan sebagainya(Reynolds & Richards,



1996).

Gambar 2. 10 Baffle Channel untuk Pengadukan Lambat Sumber: (Masduqi & Assomadi, 2016)

Item	U.S. customary units			SI units		
	Unit	Range	Typical	Unit	Range	Typical
Rectangular:						
Depth	ft	10-16	14	m	3-4.9	4.3
Length	ft	50-300	80-130	m	15-90	24-40
Width	ft	10-80	16-32	m	3-24	4.9-9.8
Flight speed	ft/min	2-4	3	m/min	0.6-1.2	0.9
Circular:						
Depth	ft	10-16	14	m	3-4.9	4.3
Diameter	ft	10-200	40-150	m	3-60	12-45
Bottom slope	in/ft	3/4-2/ft	1.0/ft	mm/mm	1/16-1/8	1/12
Flight speed	ft/min	0.02-0.05	0.03	m/min	0.02-0.05	0.03

*If widths of rectangular mechanically cleaned tanks are greater than 6 m (20 ft), multiple bays with individual cleaning equipment may be used, thus permitting tank widths up to 24 m (80 ft) or more.

Gambar 2. 11B ffile Basin Rapid Mixing Sumber: (Reynolds & Richards, 1996)

2.7 Pengolahan sekunder

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 60 - 90 % serta 40-90 % TSS. (Qasim, 1985). Pengolahan biologis yang bertujuan untuk untuk memisahkan bahan organik dan padatan tersuspensi yang dapat terdegradasi secara biologis. Pengolahan tahap ini memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk memisahkan kontaminan-kontaminan dalam air limbah. Target utama pengolahan ini adalah penurunan kandungan organik (biasanya diukur dalam BOD atau COD, padatan tersuspensi dan mikroorganisme patogen).

Air limbah yang akan diolah memiliki nilai BOD dan COD yang relatif kecil dan kandungan nutrisi yang relatif tinggi sehingga kandungan zat organik di dalamnya pun hanya sedikit dan pengolahan yang tepat adalah pengolahan biologis secara aerobik. Alternatif pengolahan akan dilakukan pada pemilihan

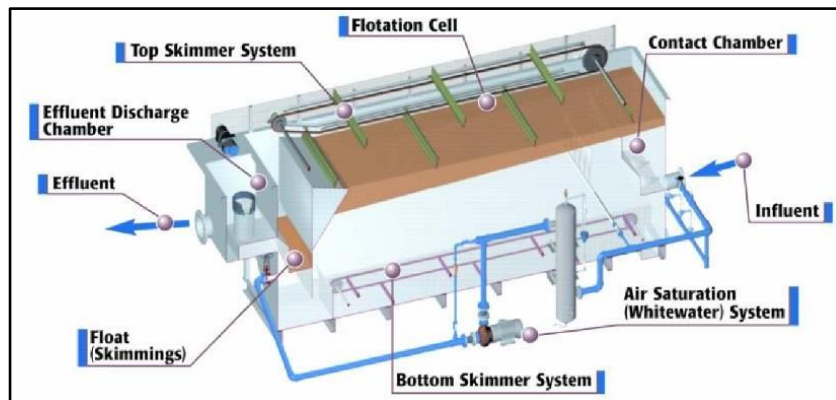
beberapa alternatif pada tahap biologis (secondary treatment) dan pengolahan tambahan (tertiary treatment) sedangkan untuk pengolahan fisik dan pengolahan lumpur, digunakan dengan unit pengolahan yang sama. Pada perencanaan kali ini akan digunakan pengolahan biologis dengan Aeration Tank Konvensional. Sebelum itu perlu diketahui terlebih dahulu dasar pemikiran bagi pemilihan alternatif pengolahan nantinya. Kriteria dalam memilih unit pengolahan yang tepat adalah:

1. Efisiensi pengolahan
Ditujukan agar efisiensi memperoleh persyaratan yang ditentukan untuk dikembalikan ke badan air atau dimanfaatkan kembali.
2. Aspek teknis
Segi konstruksi: menyangkut teknis pelaksanaan, ketersediaan tenaga ahli, kemudahan material konstruksi dan instalasi bangunan. Segi operasi dan pemeliharaan: menyangkut ketersediaan tenaga ahli, kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan instalasi.
3. Aspek ekonomis
Menyangkut masalah pembiayaan (finansial) dalam hal konstruksi operasi dan pemeliharaan IPAL.
4. Aspek lingkungan
Kemungkinan terjadinya gangguan yang dirasakan oleh penduduk akibat

ketidakseimbangan faktor ekologis.

Berdasarkan proses-proses pengolahan yang telah dijelaskan di atas maka, akan direncanakan tiga alternatif pengolahan dengan membedakan pada tahapan pengolahan biologis dan pengolahan tambahan karena pada tahap pengolahan biologis terdapat bermacam-macam sistem pengolahan yang aerobik. Selain itu, tiap sistem juga memiliki efisiensi removal yang berbeda-beda. Dari ketiga alternatif pengolahan biologis tersebut nantinya akan dipilih satu proses pengolahan yang paling efektif dan efisien dari masing-masing tipe unit pengolahan berdasarkan kriteria design yang ada. Di bawah ini akan dijelaskan beberapa alternatif pengolahan biologis (lumpur aktif) yang akan digunakan

E. DAF (Dissolved Air Flotation)



Gambar 2. 12 Komponen dalam Bak DAF Rectangular

Flotasi adalah unit operasi yang digunakan untuk memisahkan partikel padat atau cair dari fase cair. Pemisahan dilakukan dengan memasukkan gelembung gas halus (udara) ke dalam fase cair. Gelembung menempel pada partikel, dan gaya apung gabungan partikel dan gelembung gas cukup besar untuk menyebabkan partikel naik ke permukaan. Partikel yang memiliki densitas lebih tinggi dari cairan dengan demikian dapat dibuat naik.

Air flotation atau aerasi pada tekanan atmosfer terjadi ketika udara akan masuk kedalam fluida dengan menggunakan mekanisme rotor-disperser. Rotor yang terendam dalam fluida akan mendorong udara menuju disperser sehingga udara bercampur dengan air sehingga partikel yang mengapung dapat disisihkan. Sistem ini memiliki keuntungan antara lain tidak memerlukan area yang luas dan

lebih efektif dalam menyisihkan partikel minyak

Proses flotasi udara terlarut/ *Dissolved Air Flotation* (DAF) merupakan sistem pengolahan air yang telah terbukti efektif dalam proses pemisahan partikel tak terlarut dari dalam air. Prinsip dari proses ini adalah terjadinya pengikatan flok oleh gelembung-gelembung udara yang berasal dari proses pencampuran antara udara dengan air dalam tekanan tinggi, sehingga udara akan terlarut dalam air dan membentuk gelembung-gelembung udara dengan ukuran yang sangat kecil, antara 10 mm – 100 mm. Pada proses ini padatan tersuspensi dan akan dipisahkan dengan sistem mekanik (Andrian et al., 2020).

Sistem dalam flotasi udara terlarut/ *Dissolved Air Flotation* (DAF) udara didistribusikan dipecahkan dalam air limbah di bawah tekanan beberapa atmosfer, diikuti dengan pelepasan tekanan ke tingkat atmosfer. Dalam sistem tekanan kecil, seluruh aliran dapat diberi tekanan melalui pompa hingga 275 hingga 350 kPa dengan udara terkompresi ditambahkan pada *suction* pompa. Dalam tangki retensi di bawah tekanan selama beberapa menit untuk memberikan waktu bagi udara untuk larut, kemudian masuk melalui katup pengurang tekanan ke tangki flotasi di mana udara keluar dari oli dengan gelembung yang sangat halus (Metcalf & Eddy, 2004)

Tabel 2. 5Kelarutan Udara

Temperatur (°C)	0	10	20	30
sa (mg/L)	29,2	22,8	18,7	15,7

P = Tekanan (atm)

Sa = Influent suspended solid (mg/L)

(Sumber : Metcalf & Eddy. 2004. Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4th Edition, hal. 423)

- Volume Bak Flotasi

$$V = Q \times td$$

Dengan:

V = Volume bak flotasi (m^3)

Q = Debit limbah (m^3/s) t_d = Waktu detensi (s)

- Luas Permukaan Bak Flotasi (A)

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

dengan:

A = Luas permukaan (m^2)

Q = Debit air limbah (m^3/s)

SLR = *Surface Loading Rate* ($L/m^2 \cdot \text{menit}$)

- Dimensi Bak Flotasi

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

Dengan:

V = Volume bak flotasi (m^3)

L = Panjang bak (m)

B = Lebar bak (m)

H = Kedalaman air pada bak flotasi (m) Menghitung

konsentrasi TSS yang disisihkan:

- Konsentrasi TSS yang disisihkan

TSS disisihkan = % removal $\times$ TSS influent dengan:

TSS disisihkan = Jumlah TSS yang disisihkan (mg/L)

% removal = Persen TSS terremoval (%) TSS

influent = Jumlah TSS masuk (mg/L)

- TSS Effluent

TSS Effluent = TSS Influent – TSS tersisih dengan:

TSS Effluent = Jumlah TSS yang keluar dari bak DAF

(mg/L) TSS Influent = Jumlah TSS masuk (mg/L)

TSS tersisih = Jumlah TSS yang disisihkan (mg/L)

- Berat TSS disisihkan (W TSS)

W TSS = TSS disisihkan $\times$ Q limbah dengan:

W TSS = Berat TSS yang disisihkan (kg/hari)

TSS disisihkan = Kadar TSS terremoval (mg/L)

Q limbah = Debit air limbah yang masuk (m³/hari)

- Debit TSS disisihkan (Q TSS disisihkan)

dengan:

Q TSS disisihkan = Debit TSS disisihkan (m³/hari)

TSS disisihkan = Jumlah/konsentrasi TSS yang disisihkan (mg/L)

ρ solid = Massa jenis solid (kg/m³)

- Berat air yang teremoal

dengan:

W_{air} = Berat air terremoval (kg/hari) W TSS = Berat TSS tersisihkan (kg/hari)

- Volume air (V_{air})

dengan:

V_{air} = Volume air terremoval (m³/hari) W_{air} = Berat air terremoval (kg/hari)

ρ air = Massa jenis air (kg/m³)

- Volume sludge (V_{sludge})

V_{sludge} = V_{TSS} + V_{air}

dengan:

V_{sludge} = Volume sludge (m³/hari)

V_{TSS} = Volume TSS terremoval (m³/hari)

$V_{\text{air}} = \text{Volume air terremoval (m}^3/\text{hari)}$

- Berat sludge (W_{sludge})

$W_{\text{sludge}} = V_{\text{sludge}} \times \rho_{\text{sludge}}$

$W_{\text{sludge}} = \text{Berat sludge (kg/hari)}$

$V_{\text{sludge}} = \text{Volume sludge (m}^3/\text{hari)}$

$\rho_{\text{sludge}} = \text{Massa jenis sludge (kg/m}^3)$ Menghitung

konsentrasi minyak lemak yang disisihkan:

- Konsentrasi minyak lemak yang disisihkan

$\text{Minyak lemak disisihkan} = \% \text{ removal} \times \text{minyak lemak influent}$

$\text{Minyak lemak disisihkan} = \text{Jumlah minyak lemak yang disisihkan (mg/L)}$

$\% \text{ removal} = \frac{\text{Persen minyak lemak terremoval (\%)}}{\text{Minyak lemak influent}} = \frac{\text{Jumlah minyak lemak masuk (mg/L)}}{\text{Minyak lemak masuk (mg/L)}}$

- Minyak lemak Effluent

$\text{Minyak lemak eff} = \text{Minyak lemak Influent} - \text{Minyak lemak tersisih ... (2.34) dengan:}$

$\text{Minyak lemak Effluent} = \text{Minyak lemak yang keluar dari DAF (mg/L)}$
 $\text{Minyak lemak Influent} = \text{Jumlah minyak lemak masuk (mg/L)}$

$\text{Minyak lemak tersisih} = \text{Jumlah minyak lemak yang disisihkan (mg/L)}$

- Berat minyak lemak disisihkan ($W_{\text{minyak lemak}}$)

$W_{\text{minyak lemak}} = \text{Minyak lemak disisihkan} \times Q_{\text{limbah}}$

$W_{\text{minyak lemak}} = \text{Berat minyak lemak yang disisihkan (kg/hari)}$
 $\text{Minyak lemak disisihkan} = \text{Kadar}$

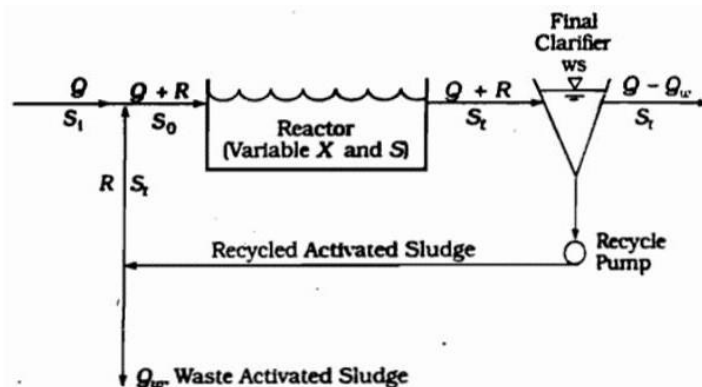
minyak lemak terremoval (mg/L)

F. Activated Sludge

Activated Sludge (lumpur aktif) adalah pengolahan air limbah dengan menggunakan bakteri aerobik dalam tangki aerasi. Energi yang digunakan bakteri berasal dari oksidasi senyawa organik dan organik karbon. Organik karbon yang digunakan adalah BOD dan COD yang kemudian disebut dengan substrat. Bahan organik akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida, amonia dan pembentukan sel baru dan hasil lain berupa lumpur.

Proses ini pada dasarnya merupakan pengolahan aerobik yang mengoksidasi material organik menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 . dan sel biomassa baru. Udara disalurkan melalui pompa Blower (diffused) atau melalui aerasi mekanik. Sel mikroba membentuk flok yang akan mengendap di tangki penjernihan.

Metode pengolahan lumpur aktif (*Activated sludge*) merupakan proses pengolahan air limbah yang memanfaatkan proses mikroorganisme tersebut. Dengan menerapkan sistem ini didapatkan air bersih yang tidak lagi mengandung senyawa organik beracun dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Air tersebut dapat dipergunakan kembali sebagai sumber air untuk kegiatan industri selanjutnya. Untuk alur pengolahan pada *Activated Sludge* dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2. 13 Proses pada *Activated Sludge*

Pengaturan jumlah massa mikroba dalam sistem lumpur aktif dapat dilakukan dengan baik dan relatif mudah karena pertumbuhan mikroba dalam

kondisi tersuspensi sehingga dapat terukur dengan baik melalui analisa laboratorium. Tetapi jika dibandingkan dengan sistem sebelumnya operasi sistem ini jauh lebih rumit. Khususnya untuk limbah industri dengan karakteristik tertentu. Tujuan dari proses pengolahan menggunakan unit *Activated Sludge* yaitu untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah prasedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO₂ dan H₂O, sedang fraksi terbesar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi. Adapun jenis- jenis proses di dalam *Activated sludge*, yaitu:

i. Konvensional

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

ii. Tapered Aerasi

Hampir sama dengan step aerasi, tetapi injeksi udara di titik awal lebih tinggi.

iii. Contact Stabilisasi

Pada sistem ini terdapat 2 tangki yaitu *Contact tank* yang berfungsi untuk mengabsorpsi bahan organik untuk memproses lumpur aktif. Tangki lainnya adalah *Reaeration tank* yang berfungsi untuk mengoksidasi bahan organik yang mengasorpsi (proses stabilisasi).

iv. Pure Oxygen

Oksigen murni diinjeksikan ke tangki aerasi dan di resirkulasi. Keuntungannya adalah mempunyai perbandingan substrat dan mikroorganisme serta volumetric loading tinggi dan waktu tinggal pendek.

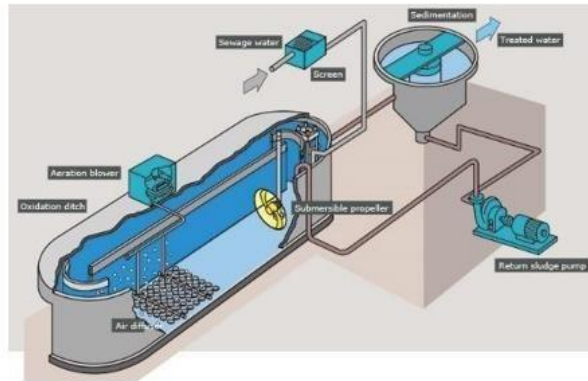
v. High Rate Aeration

Kondisi ini tercapai dengan meninggikan harga rasio resirkulasi, atau debit air yang dikembalikan dibesarkan 1 - 5 kali. Dengan cara ini maka akan

diperoleh jumlah mikroorganisme yang lebih besar.

vi. Oxidation Ditch

Bentuk oxidation ditch adalah oval dengan aerasi secara mekanis, kecepatan aliran 0,25 - 0,35 m/s. Seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 14 Sketsa Oxidation Ditch

vii. Step Aeration System

Merupakan type plug flow dengan perbandingan F/M atausubtrat dan mikroorganisme menurun menuju Outlet. Inlet air buangan masuk melalui 3-4 titik ditangki aerasi dengan masuk untuk menetralkan rasio subtrat dan mikroorganisme danmengurangi tingginya kebutuhan oksigen di titik yang paling awal. Keuntungannya mempunyai waktu detensi yang lebih pendek.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengolahan limbah cair dengan lumpur aktif adalah sebagai berikut:

i. Oksigen

Oksigen dibutuhkan ketika pengolahan terhadap air limbahdilakukan secara aerob. Tetapi untuk proses anaerob, kehadiran oksigen pada reaktor pengolahan limbah tidak diperbolehkan sehingga mikroorganisme yang digunakan untuk mendegradasi limbah adalah bakteri anaerob yang tidak membutuhkan oksigen.

ii. Nutrisi

Mikroorganisme akan menggunakan bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair sebagai makanannya, tetapi ada beberapa unsur kimia penting yang banyak digunakan sebagai nutrisi untuk

pertumbuhan bakteri sehingga pertumbuhan bakteri optimal. Sumber nutrisi tersebut antara lain:

- Makro Nutrient

Sumber makro nutrient yang sering ditambahkan antara lain adalah N, S, P, K, Mg, Ca, Fe, Na, dan Cl. Unsur nitrogen dan fosfor yang digunakan biasanya diperoleh dari urea dan TSP dengan perbandingan 5:1 (Metcalf & Eddy, 2003).

- Mikro Nutrient

Sumber mikro nutrient yang penting antara lain adalah Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu, dan Ni. Penggunaan mikronutrient adalah 1-100 µg/L (Perry, R.H. & Green, D., 1997). Karena jika terlalu banyak justru merupakan racun bagi mikroorganisme. Penambahan mikronutrient Cu lebih dari 1 mg/L mengakibatkan efisiensi penurunan TOC menjadi menurun komposisi organisme.

Komposisi mikroorganisme dalam lumpur aktif sangat menentukan baik atau tidaknya proses pengolahan yang dilakukan. Kondisi yang paling baik untuk pengolahan limbah dengan lumpur aktif adalah apabila populasi mikroorganisme yang dominan adalah free ciliata diikuti dengan stalk ciliata dan terdapat beberapa rotifera.

iii. pH

Kondisi pH lingkungan sangat berperan dalam pertumbuhan mikroorganisme terutama bakteri karena derajat keasaman atau kebasaan akan mempengaruhi aktivitas enzim yang terdapat dalam sel bakteri. pH optimum untuk pertumbuhan bagi kebanyakan bakteri adalah antara 6.5- 7.5. Pergeseran pH dalam limbah cair dapat diatasi dengan larutan H₂SO₄ atau Alum maupun larutan kapur.

Pengaruh temperatur untuk pertumbuhan mikroorganisme terutama bakteri adalah terhadap proses kerja enzim yang berperan dalam sintesis bahan-bahan organik terlarut dalam limbah cair. Temperatur optimal dalam proses lumpur aktif untuk pertumbuhan bakteri adalah 32-36°C (Hammer, 1931).

Adapun parameter penting untuk desain *Activated Sludge* adalah:

- F/Mratio, merupakan perbandingan antara substrat (*food*) terhadap mikroorganisme (M) atau lebih tepatnya adalah perbandingan antara substrat(BOD) yang masuk ke tangki aerasi per satuan waktu dengan massa mikroorganisme di tangkiaerasi.
- Rasio resirkular (R), merupakan perbandingan antara debit lumpur yang dikembalikan ke tangki aerasi terhadap debit air yang diolah. Harga R tergantung pada jenis *Activated Sludge* yang digunakan.
- Konsentrasi BOD yang masuk ke tangki aerasi (C_0).
- Waktu detensi (t_d) adalah lama waktu air limbah tinggal dalam tangki aerasi
- Volume bak aerasi (V).

Untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah prasedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO_2 dan H_2O , sedang fraksi terbesar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi.

Tujuan dari proses pengolahan menggunakan unit activated sludge yaitu untuk mengubah buangan organik, menjadi bentuk anorganik yang lebih stabil dimana bahan organik yang lebih terlarut yang tersisa setelah Sedimentasi dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi CO_2 dan H_2O , sedang fraksi terbesar diubah menjadi bentuk anorganik yang dapat dipisahkan dari air buangan oleh sedimentasi (Sperling, 2007).

Proses dalam activated sludge ini mampu mengubah hampir seluruh bahan organik terlarut dan koloid dimetabolisme oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida dan air. Dan fraksi terbesar diubah menjadi massa cellular yang dapat dipisahkan dari aliran melalui pengendapan secara gravitasi. Agar effluen yang dikeluarkan berkualitas tinggi, maka biomassa harus dapat dipisahkan dari aliran melalui clarifier, dan setelah itu biomassa dikembalikan lagi ke tangki aerasi. Proses activated sludge memiliki beberapa tipe dan modifikasinya, antara lain sebagai berikut :

1. Konvensional

Sistem konvensional terdiri dari tangki aerasi, clarifier, dan recycle sludge. Sistem flow yang digunakan adalah sistem plug-flow dengan recycle. Proses ini tidak mampu mengatasi shock loading dari buangan toksik atau buangan berkekuatan tinggi karena beban tidak didistribusikan ke sepanjang tangki aerasi, tetapi berkonsentrasi pada tempat masuknya air buangan.

2. High-Rate Aeratio

Merupakan modifikasi dari sistem konvensional dengan melakukan pengaturan sistem aerasi. Pada inlet tangki aerasi, kebutuhan oksigen sangat tinggi, sedangkan semakin mendekati outlet, kebutuhan oksigen makin menurun. Hal ini menyebabkan difuser diletakkan berdekatan dengan inlet untuk memenuhi nilai oksigenasi.

3. Step Feed

Modifikasi dari sistem konvensional, dimana influen air buangan dilakukan pada beberapa titik. Tujuannya untuk meratakan rasio F/M sehingga kebutuhan oksigen pada saat puncak dapat lebih rendah. Keuntungannya adalah distribusi oksigen lebih merata dan kebutuhan oksigennya tidak terlalu besar.

4. Complete Mix Activated Sludge (CMAS)

Merupakan sistem pengadukan lengkap oleh difusi atau aerasi mekanis di sepanjang tangki. Beban organik sama sepanjang tangki. Udara atau suplai oksigen biasanya melalui diffuser aerator atau aerator permukaan. Keuntungan sistem ini adalah mampu menyuplai oksigen dan mampu mengaduk biomassa menjadi lebih homogen sehingga merata di seluruh reaktor.

5. Extended Aeration

Proses extended aeration membutuhkan tangki aerasi yang luas sehingga dapat terjadi pertumbuhan mikroorganisme yang tinggi. Biasanya digunakan untuk aliran air buangan yang kecil.

6. Contact Stabilization

Terjadi pencampuran dengan influen air buangan pada bak kontak, dimana organisme diabsorpsi oleh mikroorganisme. MLSS diendapkan pada clarifier, return sludge diaerasi ke bak aerasi untuk menstabilkan organik.

7. High-Purity Oxygen

Pada sistem ini, tangki aerasi dibagi menjadi beberapa kompartemen. Keuntungannya ialah berkurangnya waktu detensi, meningkatkan karakteristik pengendapan lumpur, dan menurunkan kebutuhan lahan

8. Sequencing Batch Reactor (SBR)

Tipe reaktor sistem terdiri dari single reaktor complete-mix dimana pada setiap proses tahap pengolahan merupakan proses activated sludge. Untuk air limbah domestik dengan aliran kontinu, setidaknya 2 bagian, yaitu pengendapan lumpur dan resirkulasi lumpur.

9. Batch Decant

Sistem ini merupakan bentuk lain dari SBR sistem. Air limbah yang masuk melewati siklus reaksi yang sama, pengendapan, yang terjadi pada bak SBR.

10. Oxidation Ditch

Oxidation ditch terdiri dari bulatan chanel dengan aerasi mekanik dan pengadukan. Mekanikal aerator permukaan digunakan untuk pengadukan dan aerasi. Air limbah yang masuk ke dalam chanel dikombinasikan dengan resirkulasi lumpur.

Tabel 2. 6Pengolahan BOD

No	Process Name	Type of Reactor	BOD Removal	Kelebihan	Kekurangan
			%		
1	High Rate Aeration	plugflow	75-90	Membutuhkan volume aerasi yang lebih kecil dibandingkan Conventional plug flow membutuhkan energi aerasi yang lebih sedikit	Operasi yang tidak stabil effluen dengan kualitas yang rendah tidak cocok untuk nitrifikasi banyak menghasilkan lumpur

No	Process Name	Type of Reactor	BOD Removal	Kelebihan	Kekurangan
			%		
2	<i>Contact Stabilization</i>	<i>plugflow</i>	80-90	Membutuhkan volume aerasi yang lebih kecil dapat menangani aliran dalam cuaca hujan tanpa menghilangkan MLSS	Tidak mempunyai kemampuan nitrifikasi operasi rumit
3	<i>High-purity oxygen</i>	<i>plug flow</i>	85-95	Membutuhkan volume aerasi yang lebih kecil; mengeluarkan sedikit VOC dan gas menghasilkan lumpur yang mudah untuk terendapkan operasi dan kontrol DO tidak rumit baik teradaptasi dari beberapa jenis limbah	Kemampuan nitrifikasi kurang susah dioperasi aliran jam puncak akan mengganggu pengurasan lumpur MLSS

No	Process Name	Type of Reactor	BOD Removal	Kelebihan	Kekurangan
			%		
4	<i>Conventional plug flow</i>	<i>plug flow</i>	85-95	Meremoval ammonia lebih baik daripada process complete mix baik beradaptasi dalam beberapa operasi proses	Design dan opeasi rumit kesulitan dalam oksigen supply pada tahap awal
5	<i>Step feed</i>	<i>plug flow</i>	85-95	Mendistribusikan penyebaran oksigen meminimalisasi sludge pada clarifier operasi yang flexible baik beradaptasi dalam beberapa	Operasi yang lebih kompleks flow split tidak dapat diukur desain yang kompleks dalam aerasi dan proses
6	<i>Complete Mix</i>	<i>CMAS</i>	85-95	Baik teradaptasi dari beberapa jenis limbah kapasitas pelarutan besar dalam toxic dan shock loads design tidak selalu kompleks	Mudah terkena filamentous bulking

No	Process Name	Type of Reactor	BOD Removal	Kelebihan	Kekurangan
			%		
7	<i>Extended Aeration</i>	<i>plug flow</i>	75-95	High quality effluen design yang tidak rumit kemampuan dalam shock loading produksi biosolids terbatas	Energi aerasi sangat tinggi kolam aerasi besar
8	<i>Oxidation Ditch</i>	<i>plug flow</i>	75-95	Operasi mudah kemampuan dalam shock loading proses ekonomis dalam small plants energy yang lebih rendah	struktur lebih besar low f/m bulking energi lebih besar dibandingkan cms dan plug-flow ekspansi kapasitas perencanaan lebih susah
9	<i>Batch decant</i>	<i>Batch</i>	-	-	-

No	Process Name	Type of Reactor	BOD Removal	Kelebihan	Kekurangan
			%		
10	<i>Sequencing Batch Reactor</i>	<i>Batch</i>	85-95	Proses sederhana fleksible operasi low effluen SS	Proses control rumit; jam puncak mengganggu operasi membutuhkan filtrasi dan desinfeksi sangat dibutuhkan kemampuan operasi beberapa design tidak berguna dalam aerasi
	<i>Countercurrent aeration system (CCAS)</i>	<i>plug flow</i>	-	High quality effluent transfer oksigen lebih baik conventional aerasi; dapat dimodifikasi dalam meremoval nutrient	Dibutuhkan fine screening dibutuhkan ahli untuk mengoperasikannya

Sumber: Metcalf & Eddy, 2003

Tipe activated sludge yang akan diterapkan dalam perencanaan ini adalah tipe konvensional. Dikarenakan efektifitas dalam meremoval amonia sangat baik daripada tipe activated sludge yang lain

2.8 Pengolahan tersier

Secondary clarifier (Bak Pengendap II) berfungsi untuk memisahkan lumpur aktif dari Mixed-liquor suspended solids (MLSS). Lumpur yang mengandung mikroorganisme (bakteri) yang masih aktif akan diresirkulasi kembali ke activated sludge (tangki aerasi) dan sludge yang mengandung mikroorganisme yang sudah mati atau tidak aktif lagi dalirkan ke pengolahan lumpur.

Langkah ini merupakan langkah akhir untuk meghasilkan effluen yang stabil dengan konsentrasi BOD dan SS yang rendah. Dengan adanya volume yang besar dari solid yang flokulen dalam MLSS, maka diperlukan pertimbangan khusus untuk mendesain bak pengendap II. Adapun faktor –faktor yang menjadi pertimbangan dalam desain adalah:

1. Tipe tangki yang digunakan
2. Karakteristik pengendapan sludge
3. Kecepatan aliran
4. Penempatan weir dan weir loading rate

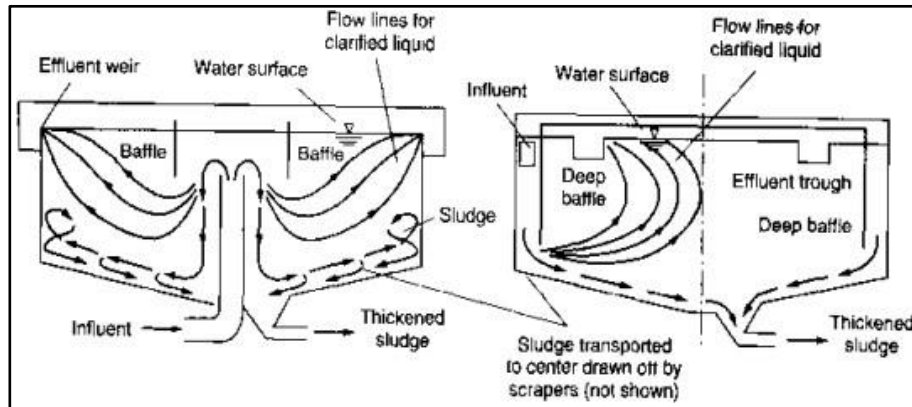
Prinsip operasi yang berlangsung di dalam secondary clarifier ini adalah pemisahan dari suatu suspensi ke dalam fase-fase padat (sludge) dan cair dari komponen-komponennya. Operasi ini dipakai dimana cairan yang mengandung zat padat ditempatkan dalam suatu bak tenang dengan desain tertentu sehinggaakan terjadi pengendapan secara gravitasi.

Secondary clarifier ini merupakan rangkaian proses dari activated sludge yang operasinya merupakan sistem continous mixed flow. Sedangkan untuk menentukan besar lumpur yang diresirkulasi ke dalam bak aerasi, maka dilakukan control dengan suatu pengukuran dalam bak pengendap yang disebutsludge volume index (SVI). Indeks ini didefinisikan sebagai volume lumpur dalam ml yang terendapkan dari satu gram MLSS setelah diendapkan selama 30 menit dalam 1000 ml. SVI umumnya berada dalam range 50-150 ml/gram yang mengidentifikasi pengendapan lumpurnya berjalan dengan baik.

G. Clarifier

Clarifier adalah pengolahan lanjutan dari pengolahan terdahulu jika banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi lingkungan. Pengolahan ini merupakan

pengolahan khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah khusus, seperti mengandung fenol, nitrogen, fosfat dan bakteri patogen lainnya. Clafier sama dengan bak pengendap pertama. Hanya saja clarifier biasa digunakan sebagai bak pengendap kedua setelah proses biologis



Gambar 2. 15 Influent pipa dalam unit clarifier (a) di tengah (b) di samping

Sumber: (Metcalf & Eddy, 2004)

Dalam tangki melingkar, pola alirannya radial (berlawanan dengan horizontal). Untuk mencapai pola aliran radial, air limbah yang akan disetel dapat dimasukkan di tengah atau di sekitar pinggiran tangki, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.16. Kedua konfigurasi aliran bisa digunakan, meskipun tipe influent tengah lebih umum, terutama untuk pengolahan primer. Dalam desain influent tengah (lihat Gambar 2.16a), air limbah diangkat ke pusat tangki dalam pipa yang digantungkan dari jembatan, atau dibungkus dengan beton di bawah lantai tangki (Metcalf & Eddy, 2004).

Di tengah tangki, air limbah memasuki sumur melingkar yang dirancang untuk mendistribusikan aliran secara merata ke segala arah. Sumur tengah memiliki diameter biasanya antara 15 dan 20 persen dari diameter tangki total dan kedalaman berkisar dari 1 hingga 2,5 m. Air limbah mengalir secara spiral di sekitar tangki dan di bawah baffle, dan cairan yang telah dijernihkan disaring melewati pelimpah/weir di kedua sisi.

Tangki melingkar dengan diameter 3,6 hingga 9 m memiliki peralatan penghilang padatan (scraper) didukung pada balok yang membentang tangki. Tangki

berdiameter 10,5 m dan lebih besar memiliki dermaga pusat yang mendukung mekanisme dan dicapai dengan jembatan.

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).

2.9 Persen removal

Tujuan dari proses pengolahan limbah adalah menurunkan beban pencemar pada limbah tersebut. Banyaknya penurunan beban pencemar dinyatakan dalam bentuk persentase yang digunakan untuk menilai seberapa efektifnya suatu bangunan dalam menurunkan beban pencemar. Berikut merupakan persentase penurunan beban pencemar berdasarkan beberapa literasi yang ada pada tabel berikut

Tabel 2. 7 Persen Removal

Unit Pengolahan	%Removal	Sumber
Dissolved Air Flotation	TSS 65 – 95%	Sumber: Syed R. Qasim. 1999. WWTP Planning, Design, and Operation, hal. 159
	BOD 25 – 98%	
	Minyak lemak 65 – 98%	
Activated Sludge	BOD 80 – 99%	(Sumber: (Cavaseno, 1987) Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering. McGraw-Hill, Inc. page 19)
	COD 50 – 95%	
	Fenol 95 – 99%	
Clarifier	50%-70% TSS	(Huisman, 1977) Sedimentation and Flotation Mechanical Filtration. Delft University of Technology. Halaman 12

	80%-90% COD	(sumber : Vincent Cavaseno, Industrial Wastewater and Solid Waste
--	-------------	---

2.10 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. Kehilangan tekanan pada bangunan pengolahan ada beberapa macam, yaitu :

- a. Kehilangan tekanan pada saluran terbuka
- b. Kehilangan tekanan pada bak
- c. Kehilangan tekanan pada pintu
- d. Kehilangan tekanan pada weir, sekat, ambang dan sebagainya harus di hitung secara khusus.

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

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, di sini 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 faktor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya.

d. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok

Cara perhitungannya juga dengan bantuan monogram.

3. Tinggi Muka Air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan, sehingga 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 :

- Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
- Menambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air pada clear well.
- Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama sesudah intake.
- Jika tinggi muka air bangunan sesudah intake ini lebih tinggi dari tinggi muka air sumber, maka diperlukan pompa di intake untuk menaikkan air.