

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri Rumah Potong Hewan

Setiap industri dan jenis bangunan memiliki karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Demikian pula dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Potong Hewan yang mempunyai karakteristik limbah sebagai berikut :

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan untuk menguraikan senyawa organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air oleh aktivitas mikroba. Pada umumnya, hasil analisa BOD digunakan untuk:

1. Menentukan perkiraan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilkan bahan organik secara biologis;
2. Menentukan ukuran fasilitas pengolahan limbah;
3. Menghitung efisiensi dari beberapa proses pengolahan;
4. Menentukan pemenuhan izin pembuangan air limbah.

Oleh karena itu, kemungkinan bahwa pengujian BOD₅ akan terus digunakan pada waktu tertentu, hal ini penting untuk mengetahui secara rinci dari proses pengujian dan batasan-batasannya (Metcalf & Eddy, 2003).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah nilai kebutuhan oksigen dalam ppm atau miligram/liter (mg/l) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Metcalf & Eddy, 2003). 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).

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) merupakan istilah untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Rentang pH yang cocok untuk keberadaan kehidupan biologis yang paling sesuai adalah 6-9. Limbah dengan tingkat keasaman (pH) ekstrim sulit diolah secara biologi. Jika tingkat keasaman (pH) tidak diolah sebelum dialirkan, maka limbah cair akan mengubah tingkat keasaman (pH) pada air alami. Dalam proses pengolahan limbah cair, tingkat keasaman (pH) yang boleh dikeluarkan menuju badan air biasanya berada pada rentang antara 6.5 sampai 8.5. pH dapat diukur dengan alat pH meter dan kertas pH beserta indikator warna pH yang dijadikan patokan (Metcalf & Eddy, 2003). Sedangkan berdasarkan PermenLH 5/2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair untuk air limbah kegiatan RPH, tingkat keasaman yang diperbolehkan berada pada ketentuan 6 – 9.

d. Total Suspended Solid (TSS)

Limbah pada umumnya mengandung padatan yang bervariasi baik berupa padatan tersuspensi berbentuk koloid maupun padatan terlarut dalam air. Dalam karakteristik limbah, padatan tersuspensi pada umumnya disisihkan sebelum sampel dianalisis. Secara umum, 60% dari kandungan padatan tersuspensi dalam limbah dapat diendapkan, sedangkan sisanya dapat disisihkan melalui proses filtrasi/penyaringan. Karena sebuah filter digunakan untuk memisahkan Total Suspended Solid (TSS) dari Total Dissolved Solid (TDS), kandungan TSS tersisihkan sering berubah, bergantung pada ukuran pori dari kertas saring yang digunakan pada proses pengujian *Total Suspended Solid (TSS)* adalah suatu endapan yang dapat disaring (filtrable residu) dan dapat membentuk suatu sludge blanket yang terdiri dari bahan-bahan organik. (Metcalf & Eddy, 2003)

e. Amonia (NH₃ - N)

Kandungan amonia dalam air dapat menyebabkan kondisi toksik bagi kehidupan organisme dalam perairan. Secara kimia, keberadaan amonia dalam air berupa amonia terlarut (NH₃) dan ion amonium (NH₄⁺). Amonia bebas (NH₃) yang tidak berionisasi akan bersifat toksik. Kadar amonia bebas meningkat sejalan

dengan meningkatnya pH dan suhu perairan. Sifat toksik pada amonia dipengaruhi oleh pH, suhu, dan kadar oksigen terlarut. Kondisi amonia pada pH rendah akan bersifat racun jika jumlahnya banyak, sedangkan amonia pada pH tinggi juga akan bersifat racun meskipun jumlahnya rendah. Penurunan kadar oksigen terlarut akan meningkatkan toksisitas amonia dalam perairan (Al Kholif, 2007).

f. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan campuran dari senyawa gliserol atau gliserin dengan asam lemak. Asam lemak gliserin yang cair disebut dengan minyak dan yang berbentuk padat disebut lemak. Minyak dan lemak adalah senyawa organik yang tidak dapat larut didalam air. Jika minyak dan lemak tidak dihilangkan sebelum air limbah di proses lebih lanjut, maka dapat mengganggu kehidupan biologis di perairan permukaan dan akan membuat lapisan yang tembus cahaya (Metcalf & Eddy, 2003). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Pemotongan Hewan (RPH), nilai kandungan parameter minyak dan lemak yang distandartkan adalah sebesar 15 mg/L.

2.2 Bangunan Pengolahan Air Buangan

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

2.2.1 Preliminary Treatment (Pengolahan Pendahuluan)

Proses pengolahan ini merupakan proses pada awal pengolahan dan bersifat pengolahan fisik. Pengolahan awal dilakukan untuk menghilangkan padatan kasar dan menjaga unit pengolahan selanjutnya mengalami kerusakan karena benda asing. Pada awal pengolahan air buangan terdapat tahapan yang bertujuan untuk menghilangkan, menyisihkan, dan menghancurkan padatan besar atau objek yang kasat mata agar dapat tersaring secara mudah pada unit yang digunakan. Objek tersebut umumnya berupa sampah plastik, ranting pohon, daun, dan ikan. Selain untuk menghilangkan padatan besar, pengolahan awal dibutuhkan untuk melindungi unit pengolahan selanjutnya dari kerusakan akibat benda asing (Richard & Reynold, 1996). Unit proses pengolahannya meliputi, antara lain:

a. Saluran Pembawa

Saluran pembawa adalah saluran yang digunakan untuk menyalurkan atau mengantarkan air dari satu bangunan ke bangunan pengolahan lainnya. Saluran pembawa biasanya terbuat dari beton. Saluran pembawa ini juga dapat dibedakan menjadi saluran pembawa terbuka dan tertutup. Saluran ini mampu mengalirkan air dengan memerhatikan perbedaan elevasi antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya. Apabila saluran pembawa ini diatas lahan yang datar, maka diperlukan kemiringan/slope (m/m). Pada perencanaan ini saluran pembawa direncanakan menggunakan beton, karena keuntungan tingkat kebebasan yang cukup tinggi untuk desain potongan melintang (Kustanrika, 2016).

Saluran terbuka (*open channel flow*) adalah sistem saluran yang permukaan airnya terpengaruh dengan udara luar (atmosfer). Ada beberapa macam bentuk dari saluran terbuka, diantaranya trapesium, segi empat, segitiga, setengah lingkaran, ataupun kombinasi dari bentuk tersebut. 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 (kustanrika, 2016).

Properties of optimum open-channel sections (From Fox and McDonald)

Shape	Section	Optimum Geometry	Normal Depth, y_n	Cross-Sectional Area, A
Trapezoidal		$\alpha = 60^\circ$ $b = \frac{2}{\sqrt{3}}y_n$	$0.968 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.622 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/4}$
Rectangular		$b = 2y_n$	$0.917 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.682 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/4}$
Triangular		$\alpha = 45^\circ$	$1.297 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.682 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/4}$
Wide Flat		None	$1.00 \left[\frac{(Q/b)n}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$	---
Circular		$D = 2y_n$	$1.00 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/8}$	$1.583 \left[\frac{Qn}{S^{1/2}} \right]^{3/4}$

Gambar 2. 1 Kriteria Perencanaan Saluran Pembawa

(Sumber: <https://darmadi18.wordpress.com/2016/03/10/menghitungkecepatanalirana-n-saluran-terbuka-pada-aliran-uniform/>)

Tabel 2. 1 Kriteria Perencanaan Bak Penampung

Bagian-Bagian	Range	Sumber
Kecepatan aliran (v)	0.3 – 0.6 m/s	Metcalf and Eddy, 2003
Slope maksimal	$< 1 \times 10^{-3}$ m/m	
Freeboard (fb)	10 – 20%	
Koef. Manning (n)	0.013 (beton)	Bambang Triadmodjo, 2008

b. Screening (Penyaringan)

Unit pengolahan pertama yang biasa digunakan pada proses pengolahan air buangan adalah *screening*. *Screen* merupakan sebuah alat berongga yang memiliki ukuran seragam yang digunakan untuk menahan padatan yang ada pada influent air buangan agar tidak mengganggu proses pengolahan pada bangunan pengolahan air buangan selanjutnya. Prinsip dari *screening* adalah untuk menghilangkan material kasar yang terdapat pada aliran air buangan yang dapat menyebabkan:

1. Kerusakan pada alat pengolahan,
2. Mengurangi efektifitas pengolahan dan biaya pada proses pengolahan,
3. Kontaminasi pada aliran air.

Screen pada umumnya dibedakan menjadi tiga tipe *screen*, diantaranya *coarse screen*, *fine screen* dan *microscreen*. *Coarse screen* mempunyai bukaan yang berada antara 6-150 mm (0,25-6 inchi). Sedangkan *fine screen* mempunyai bukaan kurang dari 6 mm (0,25 inchi). *Microscreen* pada umumnya mempunyai bukaan kurang dari 50 mikron dan digunakan untuk menghilangkan padatan halus dari *effluent*. *Screen* biasanya terdiri atas batangan yang disusun secara paralel. *Screen* pada umumnya terbuat dari batangan logam, kawat, jeruji besi, kawat berlubang, bahkan *perforated plate* dengan bukaan yang berbentuk lingkaran atau persegi (Metcalf & Eddy, 2003).

Coarse Screen (Penyaring Kasar), *screen* berbentuk seperti batangan paralel yang biasa dikenal dengan *bar screen*. *Screen* ini berfungsi untuk menyaring padatan kasar yang berukuran antara 6-150 mm (0.25 – 6 inchi), seperti ranting

kayu, kain, dan sampah–sampah lainnya. Dalam pengolahan air limbah, *screen* ini digunakan untuk melindungi pompa, *valve*, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan akibat penyumbatan yang disebabkan oleh benda-benda tersebut. Dalam proses pembersihannya, *bar screen* terbagi menjadi dua, yaitu secara manual maupun mekanik. Pembersihan secara manual dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia sedangkan pembersihan secara mekanik menggunakan mesin (Metcalf & Eddy, 2003).

1) Pembersihan Manual

Pembersihan secara manual biasanya dilakukan pada suatu industri yang kecil atau sedang. Prinsip yang digunakan bahan padat kasar dihilangkan dengan sederet bahan baja yang diletakan dan dipasang melintang arah aliran. Kecepatan arah aliran adalah 0.3 – 0,6 m/dt sehingga bahan padatan yang tertahan di depan saringan tidak terjepit. Jarak antar batang biasanya 20-40 mm dan bentuk penampang batang tersebut empat persegi panjang. Bar screen yang dibersihkan secara manual, biasanya saringan dimiringkan dengan kemiringan 30°-45° terhadap horizontal.



Gambar 2. 2 Manual Bar Screen

(Sumber : <https://lagoons.com/blog/sludge/lagoon-screens/>)

2) Pembersihan Mekanik

Bahan-bahan pembersihan secara mekanis ini terbuat dari stainless steel dan plastik. Adapun tipenya adalah:

- a. *Chain driven*
- b. *Reciprocating rake*
- c. *Catenary*

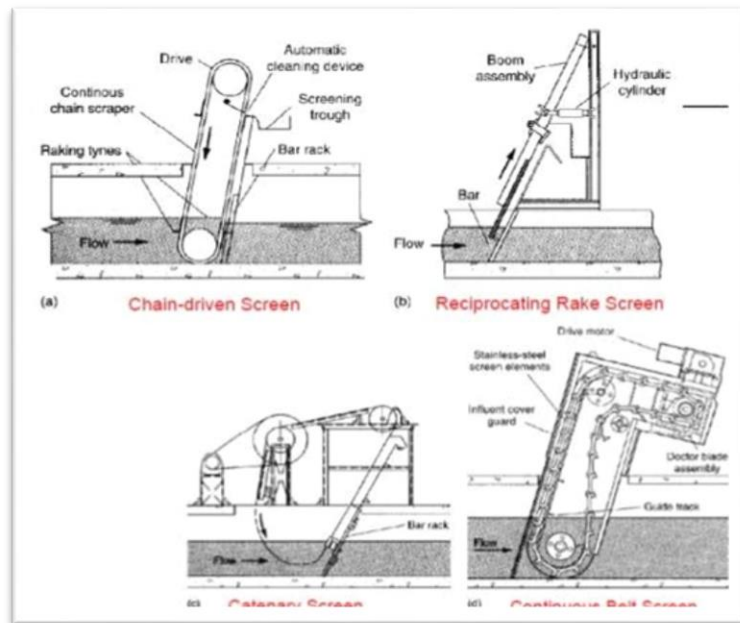
d. *Continuous belt*

Gambar untuk masing-masing tipe mekanis dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2. 3 Mechanical Bar Screen

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/bSPffg6hu5WUNCKT9>)



Gambar 2. 4 Tipe-Tipe Mechanical Bar Screen

(Sumber: Metcalf & Eddy, 2003)

Adapun kriteria perencanaan untuk mendesain *coarse screen* baik dengan membersihkan secara manual maupun mekanis adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Kriteria Perencanaan Bar Screen

Bagian-Bagian	Manual	Mekanik	Sumber
Ukuran Kisi - Lebar - Dalam	5-15 mm 25-38 mm	5-15 mm 25-38 mm	Metcalf & Eddy, hlm 316-321, 2003
Jarak antar kisi	25-50 mm	15-75 mm	
Kecepatan saat melalui <i>bar screen</i>	0,3-0,6 m/s	0,6-1 m/s	
Hilang Tekan / <i>Headloss</i>	150 mm	150-600 mm	
Koef. saat non clogging (C)	0.7		
Koef. saat clogging (Cc)	0.6		
Kemiringan / <i>Slope</i>	45°-60°	0°-30°	Nusa Idaman Said, Hal 13, 2017

c. Bak Penampung

Bak penampung adalah sebuah bak yang digunakan untuk menampung air limbah dari saluran pembawa. Bak penampung juga merupakan sebuah unit penyeimbang sehingga debit dan kualitas limbah yang masuk ke instalasi dalam keadaan konstan. Tujuan dari menampung air limbah di bak penampung yakni untuk meminimalkan atau mengontrol fluktuasi dari aliran air limbah yang diolah agar memberikan kondisi aliran yang stabil pada proses pengolahan selanjutnya. Cara kerja daripada bak penampung ini adalah, ketika air limbah yang keluar dari proses produksi, maka selanjutnya air limbah dialirkan ke bak penampung. Disini debit air limbah diatur. Agar dapat memenuhi kriteria perencanaan untuk unit bangunan selanjutnya (Metcalf & Eddy, 2003).

Tabel 2. 3 Kriteria Perencanaan Bak Penampung

Bagian-Bagian	Range	Sumber
Kecepatan aliran (v)	0,6 – 2,5 m/s	Qasim, 1999
Freeboard	10-20%	
Waktu detensi (td)	24 jam	
Kedalaman	4 meter (optimal)	

2.2.2 Primary Treatment (Pengolahan Pertama)

a. Flotasi

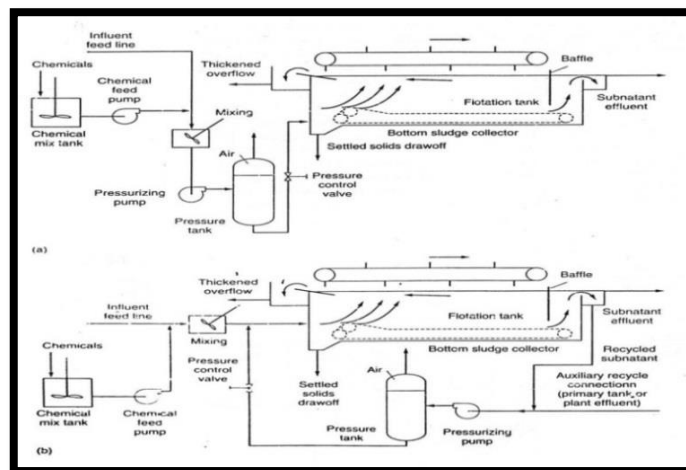
Flotasi adalah unit operasi untuk memisahkan fase cair atau fasa padat dari fasa cair. Pemisahan partikel dari cairannya pada proses flotasi didasarkan pada perbedaan berat jenis partikel dengan bantuan gelembung udara. Flotasi bertujuan untuk memisahkan antara minyak atau lemak dengan air. Massa jenis yang relatif rendah akan membuat minyak atau lemak mengapung pada permukaan air. Minyak atau lemak yang mengapung akan digerus dengan scrapper dan dipisahkan dari air (Metcalf & Eddy, 2003). Berdasarkan mekanisme pemisahannya :

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

Ada tiga metoda flotasi (Degremont, 1979) :

- a) *Spontaneous Flotation*, flotasi spontan terjadi bila massa jenis partikel lebih kecil dari massa jenis air. Cara ini dipergunakan untuk pemisahan minyak dari proses refinery.
- b) *Dispersed Air Flotation (DAF)*, pada sistem dispersed air flotation, gelembung udara terbentuk karena adanya tekanan udara yang masuk ke cairan melalui diffuser atau impeller berputar. Ukuran gelembung udara yang dihasilkan biasanya begitu besar (1000 micron).
- c) *Vacuum Flotasi (VF)* melibatkan pelarutan udara didalam air buangan pada tekanan 1 atm, kemudian divacuumkan dengan tekanan yang lebih rendah maka akan menurunkan kelarutan udara dalam air, udara akan keluar dari larutan dalam bentuk gelembung yang halus.

Pada sistem (DAF), udara dilarutkan didalam cairan di bawah tekanan beberapa atmosfer sampai jenuh, kemudian dilepaskan ke tekanan atmosfer. Akibat terjadinya perubahan tekanan maka udara yang terlarut akan lepas kembali dalam bentuk gelembung yang halus (30-120 mikron). Ukuran gelembung udara sangat menentukan dalam proses flotasi, makin besar ukuran gelembung udara, kecepatan naiknya juga makin besar, sehingga kontak antara gelembung udara dengan partikel tidak berjalan dengan baik. Dengan demikian proses flotasi menjadi tidak efektif (Metcalf & Eddy, 2003).



Gambar 2. 5 DAF

(Sumber: Metcalf & Eddy, 2014)

b. Koagulasi – Flokulasi

Koagulasi-Flokulasi bertujuan untuk menyatukan partikel koloid sehingga membentuk partikel ukuran lebih besar yang selanjutnya dapat dipisahkan dengan cara yang lebih efisien melalui sedimentasi, flotasi, atau penyaringan dengan menambahkan bahan koagulan (Dalimunthe, 2007; Shammass & Wang, 2016).

Koagulan atau flokulan dibubuhkan ke dalam air yang dikoagulasi yang bertujuan untuk memperbaiki pembentukan flok dan untuk mencapai sifat spesifik flok yang diinginkan. Koagulan adalah zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi. Zat ini merupakan donor muatan positif yang digunakan untuk men-destabilisasi muatan negatif partikel (Pulungan, 2012). Pada tabel 2.3 dapat dilihat koagulan yang umum digunakan pada pengolahan air.

Tabel 2. 4 Beberapa Jenis Koagulan Dalam Pengolahan Air

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi	pH
Aluminium sulfat	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ x = 14,16,18	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Sodium aluminat	$Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
Polyaluminium Chloride, PAC	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Ferric sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
Ferri klorida	$FeCl_3 \cdot 6 H_2O$	Bongkah,	Asam	4 – 9
Ferro Sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5

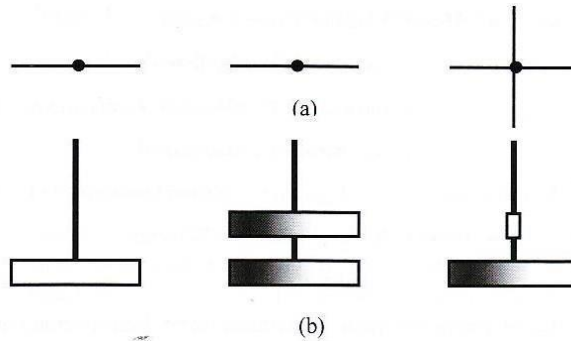
(Sumber: Sugiarto, 2006)

Penambahan dosis koagulan yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan kekeruhan yang lebih rendah. Dosis koagulan yang dibutuhkan untuk pengolahan air tidak dapat diperkirakan berdasarkan kekeruhan, tetapi harus ditentukan melalui percobaan pengolahan. Tidak setiap kekeruhan yang tinggi membutuhkan dosis koagulan yang tinggi. Jika kekeruhan dalam air lebih dominan disebabkan oleh lumpur halus atau lumpur kasar maka kebutuhan akan koagulan hanya sedikit, sedangkan kekeruhan air yang dominan disebabkan oleh koloid akan

mempengaruhi koagulan yang banyak. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi koagulan yaitu:

1. Pengaruh pH, pada koagulan terdapat range pH optimum. Luasnya range pH koagulan ini dipengaruhi oleh jenis-jenis konsentrasi koagulan yang dipakai. Hal ini penting untuk menghindari adanya kelarutan koagulan. Proses koagulan pH yang terbaik adalah 7 (netral).
2. Pengaruh temperatur, pada temperatur yang rendah reaksi lebih lambat dan viskositas air menjadi lebih besar sehingga flok lebih sukar mengendap.
3. Dosis Koagulan
4. Air dengan kekeruhan yang tinggi memerlukan dosis koagulan yang lebih banyak. Dosis koagulan persatuan unit kekeruhan rendah, akan lebih kecil dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan yang tinggi, kemungkinan terjadinya tumbukan antara partikel akan berkurang dan netralisasi muatan tidak sempurna, sehingga mikroflokk yang terbentuk hanya sedikit, akibatnya kekeruhan akan naik. Dosis koagulan yang berlebihan akan menimbulkan efek samping pada partikel sehingga kekeruhan akan meningkat.
5. Pengadukan (*mixing*), diperlukan agar tumbukan antara partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Distribusi dalam air cukup baik dan merata, serta masukan energi yang cukup untuk tumbukan antara partikel yang telah netral sehingga terbentuk mikroflokk. Pada proses koagulasi ini pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki kekeruhan rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak dibandingkan dengan air yang mempunyai kekeruhan tinggi.
6. Pengaruh Garam, garam-garam ini dapat mempengaruhi proses suatu penggumpalan. Pengaruh yang diberikan akan berbeda-beda bergantung dengan macam garam (ion) dan konsentrasinya. Semakin besar valensi ion akan semakin besar pengaruhnya terhadap koagulan. Penggumpalan dengan garam Fe dan Al akan banyak dipengaruhi oleh anion dibandingkan dengan kation. Jadi natrium, kalsium, dan magnesium relatif tidak mempengaruhi (Sutrisno, 1992).

Koagulasi atau pengadukan cepat dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: pengadukan mekanis, hidrolis, dan pneumatik. Pada pengadukan mekanis, digunakan peralatan berupa motor bertenaga listrik, poros pengaduk (shaft), dan alat pengaduk (impeller). Berdasarkan bentuknya terdapat tiga macam alat pengaduk, yaitu *paddle* (pedal), *turbine*, dan *propeller* (balong- balong). Bentuk ketiga impeller dapat dilihat pada gambar 2.12, gambar 2.13, dan gambar 2.14. Kriteria *impeller* dapat dilihat pada tabel 2.4. Faktor penting dalam perancangan alat pengaduk mekanis adalah dua parameter pengadukan yaitu G dan td. Tabel 2.5 dapat dijadikan patokan untuk menentukan G dan td. Sedangkan untuk menghitung besarnya tenaga (*power*) yang dibutuhkan, perlu memperhatikan jenis *impeller* yang digunakan dan nilai konstanta K_L dan K_T yang dapat dilihat pada tabel 2.6.



Gambar 2. 6 Tipe Paddle. (a) tampak atas, (b) tampak samping
(Masduqi & Assomadi, 2012 hal 112)



Gambar 2. 7 Tipe Turbine

(a) turbine blade lurus, (b) turbine blade dengan piringan, (c) turbine dengan blade menyerong

(Qasim, et al., 2000)



Gambar 2. 8 Tipe Propeller (a) propeller 2 blade, (b) propeller 3 blade

Sumber : (Qasim, et al., 2000)

Tabel 2. 5 Kriteria Impeller

Tipe Impeller	Kecepatan Putaran	Dimensi	Ket
Paddle	20-150 rpm	diameter: 50-80% lebar bak lebar: 1/6 – 1/10 diameter	
Turbine	10-150 rpm	diameter: 30-50% lebar bak	
Propeller	400-1750 rpm	diameter: maks. 45 cm	Jumlah pitch

(Sumber: Reynolds & Richards, 1996)

Tabel 2. 6 Nilai Waktu Pengadukan Mekanis dan Gradien Kecepatan

Waktu Pengadukan, td	Gradien Kecepatan
20	1000
30	900
40	790
50 ≥	700

(Sumber: Reynolds, 1996)

Tabel 2. 7 Konstanta KL dan KT untuk Tangki Berserat

Jenis Impeller	KL	KT
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
Shrouded turbine, 6 curved blades	97,5	1,08
Shrouded turbine, with stator, no baffles	172,5	1,12
Flat paddles, 2 blades (single paddles), $D_i/W_i=4$	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, $D_i/W_i=8$	71,0	3,82

(Sumber: Reynolds, 1996)

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar. Menurut Marsono (2002), pada flokulasi, kontak antar partikel melalui tiga mekanisme, yaitu :

1. *Thermal motion*, yang dikenal dengan Brownian Motion atau difusi atau disebut sebagai *Flocculation Perikinetik*.
2. Gerakan cairan oleh pengadukan
3. Kontak selama pengendapan

Pengadukan lambat (agitasi dan *stirring*) digunakan dalam proses flokulasi, untuk memberi kesempatan kepada partikel flok yang sudah terkoagulasi untuk bergabung membentuk flok yang ukurannya semakin membesar. Selain itu, untuk memudahkan flokulan untuk mengikat flok-flok kecil dan mencegah pecahnya flok yang sudah terbentuk.

Pengadukan lambat dilakukan dengan gradien kecepatan kecil (20 sampai 100 detik⁻¹) selama 10 hingga 60 menit atau nilai GT_d (bilangan Camp) berkisar 48000 hingga 210000. Gradien kecepatan diturunkan secara bertahap agar flok yang telah terbentuk tidak pecah dan berkesempatan bergabung dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Nilai G dan waktu detensi untuk proses flokulasi adalah:

1. Air sungai
 - Waktu detensi = minimum 20 menit
 - $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
2. Air waduk
 - Waktu detensi = 30 menit
 - $G = 10-75 \text{ detik}^{-1}$
3. Air keruh
 - Waktu detensi dan G lebih rendah
4. Jika menggunakan garam besi sebagai koagulan
 - G tidak lebih dari 50 detik^{-1}
5. Flokulator terdiri dari 3 kompartemen
 - G kompartemen 1: nilai terbesar
 - G kompartemen 2: 40% dari G kompartemen 1
 - G kompartemen 3: nilai terkecil
6. Penurunan kesadahan
 - Waktu detensi = 30 menit
 - $G = 10-50 \text{ detik}^{-1}$
7. Presipitasi kimia (penurunan fosfat, logam berat, dan lain-lain)
 - Waktu detensi = 15-30 menit
 - $G = 20-75 \text{ detik}^{-1}$
 - $GT_d = 10.000-100.000$ (Masduqi & Assomadi, 2012:110)

c. Bak Pengendap I

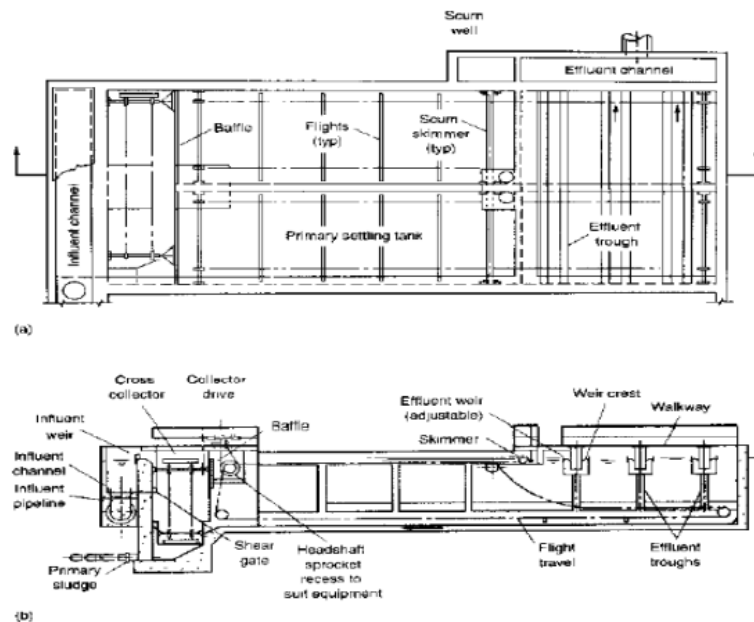
Bak pengendap I adalah bak yang digunakan untuk proses pengendapan partikel. Efisiensi removal dari bak pengendap pertama ini tergantung dari kedalaman bak dan dipengaruhi oleh luas permukaan serta waktu detensi.

Berfungsi untuk memisahkan padatan tersuspensi dan terlarut dari cairan dengan menggunakan sistem gravitasi dengan syarat kecepatan horizontal partikel tidak boleh lebih besar dari kecepatan pengendapan. (Ali Masduqi, Abdu F. Assomadi, 2012).

Desain dari bak pengendap I ada beberapa jenis, yaitu:

1) Bak Persegi (*Rectangular Tanks*)

Bentuk kolam memanjang sesuai arah aliran, sehingga dapat mencegah kemungkinan terjadinya aliran pendek (*short-circuiting*). Bentuk ini secara hidraulika lebih baik karena tampang alirannya cukup seragam sepanjang kolam pengendapan. Dengan demikian kecepatan alirannya relative konstan, sehingga tidak akan mengganggu proses pengendapan partikel suspensi. Selain itu pengontrolan kecepatan aliran juga lebih mudah dilaksanakan. Namun, bentuk ini mempunyai kelemahan kurangnya panjang peluapan terutama apabila ukurannya kurang lebar, sehingga laju peluapan nyata menjadi terlalu besar dan menyebabkan terjadinya gangguan pada bagian akhir kolam pengendapan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka ambang peluapan harus diperpanjang, misalnya dengan menambahkan kisikisi saluran peluapan di depan *outlet*.

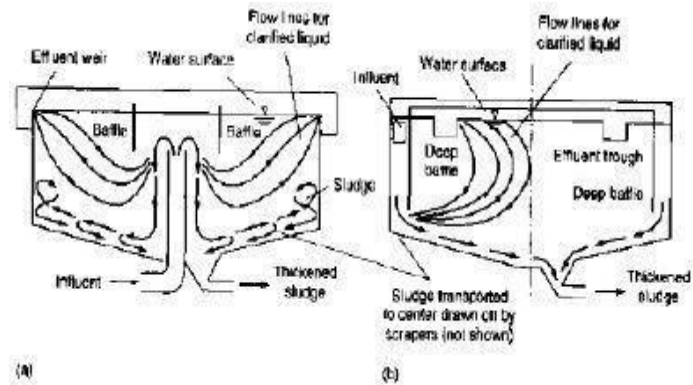


Gambar 2. 9 Bak Pengendap I (a) Denah (b) Potongan
(Sumber: Metcalf & Eddy, 2003)

Tabel 2. 8 Kriteria Perencanaan Bak Pengendap 1 berbentuk Rectangular

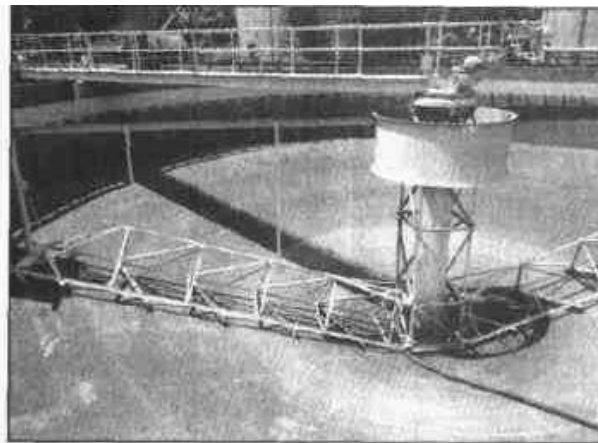
Bagian-Bagian	Range	Sumber
Zona Settling		
Kedalaman (H)	3 – 4.9 m	Metcalf & Eddy, 2003
Panjang bak (L)	15 – 90 m	
Lebar bak (B)	3 – 24 m	
Kecepatan putaran	0.6 – 1.2 m/menit	
Faktor porositas	0.02 – 0.12	
Waktu detensi	1.5 – 2.5 jam	
Bilangan Reynold (Nre) untuk Vh	<2000 (laminer)	
Bilangan Reynold (Nre) untuk Vs	<1 (laminer)	
Bilangan Froude (Nfr)	>10 ⁻⁵	
Specific gravity sludge (Sg)	1.02	
Viskositas Absolut suhu 30°C (μ)	0.8004 x 10 ⁻³	Reynolds, 1996
Viskositas Kinematis suhu 30°C	0.8039 x 10 ⁻⁶ m ² /s	
Massa jenis air 30°C	996 kg/m ³	
Kemiringan dasar bak	1 – 2%	SNI 6774 – 2008
Zona Sludge		
Berat jenis air (ρw) 30°C	996 kg/m ³	Reynolds, 1996
Specific Gravity (Sg)	1.02	Metcalf & Eddy, 2003
Zona Inlet		
Kecepatan aliran (v)	0.3 – 0.6 m/s	Metcalf & Eddy, 2003
Slope maksimal	< 2% m/m	
Freeboard	10 – 30%	
Koefisien manning	0.011 – 0.020	
Zona Outlet		
Weir loading rate	125 – 500 m ³ /m.hari	Metcalf & Eddy, 2003

2) Circular



Gambar 2. 10 Bak Pengendap Circular

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)



Gambar 2. 11 Bak Pengendap Circular

(Sumber: Metcalf & Eddy. 2003)

Pada tangki *circular* pola aliran adalah berbentuk aliran radial. Pada tengah-tengah tangki, air limbah masuk dari sebuah sumur sirkular yang didesain untuk mendistribusikan aliran ke semua bangunan ini. Diameter dari tengah-tengah sumur biasanya antara 15-20% dari diameter total tangki dan range dari 1-2,5 meter dan harus mempunyai energi tangensial (Metcalf & Eddy, 2003).

Kriteria - kriteria yang diperlukan untuk menentukan ukuran bak sedimentasi adalah *Surface Loading* (Beban permukaan), kedalaman bak, dan waktu tinggal. Nilai waktu tinggal merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak dengan kecepatan seragam yang sama dengan aliran rata-rata per hari (Metcalf & Eddy, 2003).

2.2.3 Secondary Treatment (Pengolahan Sekunder)

Pengolahan kedua umumnya mencakup proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Pada proses ini dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kekotoran, dan lain sebagainya (Sugiharto, 1987).

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

Pada prinsipnya reaktor UASB terdiri dari lumpur padat yang berbentuk butiran. Lumpur atau sludge tersebut ditempatkan dalam suatu reaktor yang didesain dengan aliran ke atas. Air limbah mengalir melalui dasar bak secara merata dan mengalir secara vertikal, sedangkan butiran sludge akan tetap berada atau tertahan dalam reaktor (Jannah et al., 2017).

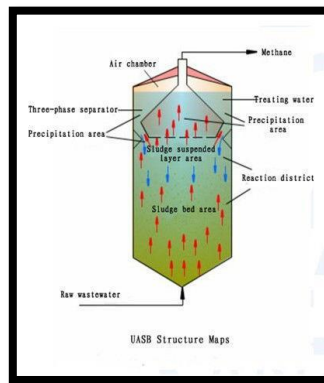
Karakteristik pengendapan butiran sludge dan karakteristik air limbah akan menentukan kecepatan upflow yang harus dipelihara dalam reaktor. Biasanya kecepatan aliran ke atas berada pada rentang 0,5 – 0,3 m/jam. Untuk mencapai formasi sludge blanket yang memuaskan, pada saat kondisi hidrolis puncak (debit puncak) kecepatan dapat mencapai antara 2 – 6 m/jam (Metcalf & Eddy, 2003).

Gas yang terperangkap dalam butiran sludge sering mendorong sludge tersebut ke bagian atas reaktor, yang disebabkan oleh berkurangnya densitas butiran. Untuk itu diperlukan pemisahan butiran sludge di luar reaktor dan kemudian dikembalikan lagi ke dalam reaktor. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat gas-solid-liquid separator yang ditempatkan di bagian atas reaktor. Gas yang terbentuk dapat ditampung dalam separator tersebut dan sludge dikembalikan lagi ke reaktor (Metcalf & Eddy, 2003).

Masalah utama yang dihadapi pada UASB adalah *sludge* yang bergerak naik yang disebabkan oleh turunnya densitas sludge. Disamping itu juga turunnya aktivitas spesifik butiran. Beragamnya densitas sludge memberikan ketidakseragaman sludge blanket sehingga sebagai akibatnya sludge akan ikut keluar reaktor. Tingginya konsentrasi suspended solid dan fatty mineral dalam air limbah juga merupakan masalah operasi yang serius. Suspended solid dapat menyebabkan penyumbatan (*clogging*) atau *channeling*. Adsorpsi suspended solid pada sludge juga akan mempengaruhi proses air limbah yang mengandung protein

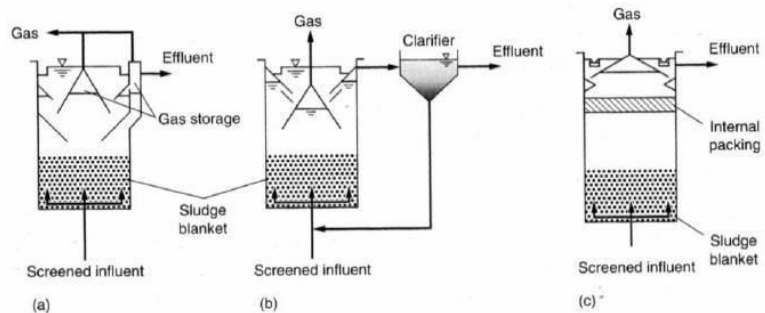
atau lemak menyebabkan pembentukan busa (Jannah et al., 2017). Adapun keuntungan dari UASB antara lain :

- Kebutuhan energi rendah
- Kebutuhan lahan sedikit
- Menghasilkan biogas berguna
- Kebutuhan nutrien sedikit
- Tidak mengeluarkan bau dan kebisingan
- Mempunyai kemampuan terhadap fluktuasi dan intermitten load



Gambar 2. 12 Skema UASB

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/kkqHSzC8kz32urg97>)



Gambar 2.13 Proses UASB (a) Proses di dalam UASB, (b) Reaktor UASB dengan Sedimentasi dan *Recycle* Lumpur, (c) Reaktor UASB dengan Media yang menghasilkan Biofilm

(Sumber: Metcalf and Eddy, 2003)

Tabel 2. 9 Kriteria Perencanaan Upflow Anaerobic Sludge Blanket

Bagian-Bagian	Range	Sumber
Synthesis Yield (Y_H)	0.05 – 0.10 g	Metcalf & Eddy, 2014
Decay Coefficient (b_H)	0.02 – 0.04 g/g.hari	
Energi pada Metan (0°)	38.846 kJ/m ³	
Produksi Metan (0°)	0.35 l/g COD	
Kecepatan putaran paddle (n)	20 -150 rpm	
H separator (gas kolektor)	1.5 – 2 m / 2 – 3 m	
Slope gas kolektor	45° - 60°	
Upflow Velocity (v)	0.8 – 1 m/jam	
Organic Loading Rate (OLR)	5 – 15 kg	
Fd	0.1 g VSS cell	
Average solids concentration in nbVSS	39 kg VSS/m ³ 40 – 100 mg/l	
VSS Effluent (X_e)	10 – 40 mg/l	
Solids retention time (SRT)	>30 hari	Qasim, 1999
Hydraulic retention time (HRT)	4 – 16 jam	
Sludge content	35 – 40 kg VSS/m ³	
H reaktor	2 – 7 m	

b. Activated Sludge

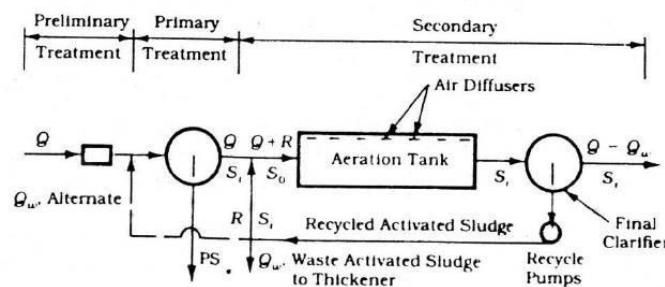
Pengolahan lumpur aktif adalah sistem pengolahan dengan menggunakan bakteri aerobik yang dibiakkan dalam tangki aerasi yang bertujuan untuk menurunkan organik karbon atau organik nitrogen. Dalam hal ini menurunkan kandungan organik, bakteri yang berperan adalah bakteri heterotof. Sumber energy berasal dari oksidasi senyawa organik. BOD dan COD dipakai sebagai ukuran atau satuan yang menyatakan konsentrasi organik karbon, dan selanjutnya disebut substrat (Metcalf & Eddy, 2003). Modifikasi proses pada lumpur aktif sistem dapat dilakukan dengan:

- a. Merubah konfigurasi sistem inlet.
- b. Merubah konfigurasi parameter utama seperti F/M ratio, rasio resirkulasi, umur lumpur dan lain-lain.
- c. Merubah dengan oksigen murni dan lain-lain.

Adapun tipe-tipe activated adalah sebagai berikut (Sperling, 2007):

1) Konvensional

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



Gambar 2. 14 Activated sludge sistem konvensional

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/LCa5Tdpn4od4go6s7>)

2) Non konvensional

- a. *Step aeration*, tipe plug flow dengan perbandingan F/M atau substrat dan mikroorganisme menurun menuju outlet. Inlet air buangan masuk melalui 3 - 4 titik ditanki aerasi dengan masuk untuk menetralkan rasio substrat dan mikroorganisme dan mengurangi tingginya kebutuhan oksigen titik yang paling awal.
- b. *Tapered aeration*, hampir sama dengan step aerasi, tetapi injeksi udara dititik awal lebih tinggi.
- c. *Contact Stabilization*, terdapat 2 tangki yaitu contact tank untuk mengabsorb bahan organik untuk memproses lumpur aktif dan reaeration tank untuk mengoksidasi bahan organik yang mengasorb (proses stabilisasi).
- d. *Pure Oxygen*, dimana oksigen murni diinjeksikan ke tanki aerasi dan diresirkulasi. Keuntungannya adalah mempunyai perbandingan substrat dan mikroorganisme serta volumetric loading tinggi dan td pendek.
- e. *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.

- f. *Extended Aeration*, mempunyai umur lumpur dan time detention (td) lebih lama, sehingga lumpur yang dihasilkan akan lebih sedikit.
- g. *Oxidation Ditch*, berbentuk oval dengan aerasi secara mekanis, kecepatan aliran 0,25 - 0,35 m/s.

Adapun parameter penting untuk desain activated sludge adalah:

- F/M ratio, perbandingan antara substrat (food) terhadap mikroorganismenya (M) atau lebih tepatnya adalah perbandingan antara substrat (BOD) yang masuk ke tangki aerasi per satuan waktu dengan massa mikroorganismenya di tangki aerasi.
- Rasio resirkulasi (R), perbandingan antara debit lumpur yang dikembalikan ke tangki aerasi dengan debit air yang diolah. Harga R tergantung pada jenis activated sludge yang digunakan.
- Konsentrasi BOD yang masuk ke tangki aerasi (C_0)
- Waktu detensi (td), lama waktu air limbah tinggal dalam tangki aerasi.

Tabel 2. 10 Kriteria Perencanaan Activated Sludge

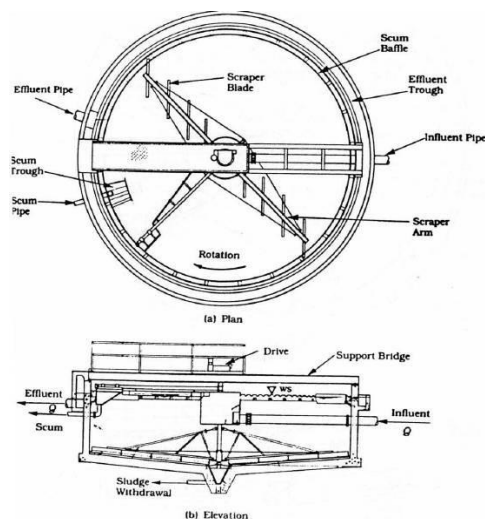
Bagian-Bagian	Range	Sumber
Umur lumpur	4 - 10 hari	Sperling, 2007
F/M ratio	0,25–0,5 kg BOD/kg MLVSS.d	
Hydraulic detention time	6 - 8 jam	
VSS/SS ratio	0,7 - 0,85	
Particulate BOD	0,45 – 0,65 mgBOD ₅ /mgTSS	
<i>Yield Coefficient</i> (Y)	0,5 - 0,7 gr VSS/gr BOD ₅ removed <i>Endogenous</i>	
<i>Respiration Coefficient</i> (Kd)	0,06 - 0,10 gr VSS/gr VSS.d	
Standard oxygenation efficiency	1,8 kg O ₂ /kW.jam	
Konsentrasi MLVSS (X _v)	1500 - 3500 mg/L	
Konsentrasi MLSS (X)	2000 - 4000 mg/L	
Ratio resirkulasi lumpur	0,6 – 1	
Effluent soluble BOD	5 – 20 mg/L	
Kebutuhan O ₂	0,8 – 0,94 kg O ₂ /kg BOD removed	

Bagian-Bagian	Range	Sumber
Ketinggian bak aerasi (H)	4.5 – 7.5 m	Metcalf & Eddy, 2003

b. Bak Pengendap II (*Clarifier*)

Bangunan *clarifier* digunakan untuk mengendapkan lumpur setelah proses sebelumnya, biasanya proses lumpur aktif. Pada unit pengolahan ini, terdapat *scraper 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 ditengah bagian bawah *clarifier*. Lumpur dihilangkan dari sumur pengumpul dengan cara gravitasi (Metcalf & Eddy, 2003).

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).



Gambar 2. 15 Denah dan Potongan Clarifier

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/YSVy3LPqF4wn2d4c8>)

Tabel 2. 11 Kriteria Perencanaan Bak Pengendap II (Clarifier)

Bagian-Bagian	Range	Sumber
Kedalaman (H)	3 – 4.9 m	Metcalf & Eddy, 2003
Diameter	3 – 60 m	
<i>Bottom slope</i>	1/16 – 1/6 mm/mm	
<i>Flight speed</i>	0,02 – 0,05 m/menit	
Waktu detensi	1,5 – 2,5 jam	
<i>Over flow rate</i>	<i>Average</i>	
Diameter inlet well	15% - 20% diameter bak	
Ketinggian inlet well	0.5 – 0.7 m	
Kecepatan inlet well	0.3 – 0.75 m/s	
Specific gravity sludge (Sg)	1.005	
Bilangan Reynold (NRE) untuk Vh	<2000 (aliran laminar)	SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi
Bilangan Froude (Nfr)	>10 ⁻⁵	
Bilangan Reynold (NRE)	< 1 (Laminer)	Reynolds, 1996
Massa jenis air (ρ), 30°C	0.99568 g/cm ³ = 9.957 kg/L	
Viskositas kinematik (ν)	0.8039 x 10 ⁻⁶ m ² /s	
Viskositas dinamik (μ)	0.8004 x 10 ⁻³ N s/m ²	
Specific gravity sludge (Sg)	1.005	Metcalf & Eddy, hal 1456, 2003

2.2.4 Sludge Treatment (Pengolahan Lumpur)

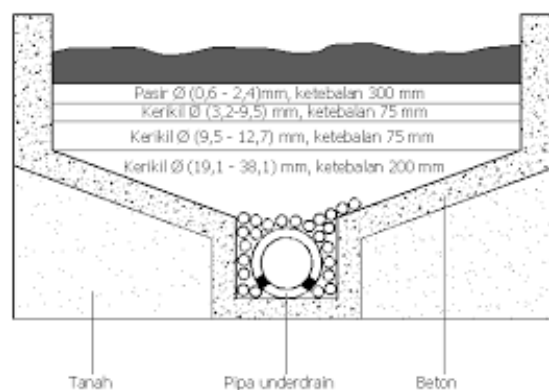
Dari pengolahan air limbah maka hasilnya adalah berupa lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Sludge dalam disposal sludge memiliki masalah yang lebih kompleks. Hal ini disebabkan karena:

- Sludge sebagian besar dikomposisi dari bahan-bahan yang responsibel 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 (Metcalf & Eddy, 2003) :

- 1) *Sludge Thickener*, 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.
- 2) *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.
- 3) *Sludge Drying Bed*, 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.



Gambar 2. 16 Skema SDB

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/SCQJ1pK16WSbgLBo9>)

2.3 Persen Removal

Berikut persen removal pada bangunan pengolahan yang digunakan dalam IPAL Industri RPH adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 12 Persen Removal

Unit Pengolahan	% Removal	Sumber
I. Pre Treatment		
Screening (Bar Screen)	-	
Bak pengumpul	-	
II. Primary Treatment		
Flotasi	70-93% Minyak & lemak	Eckenfelder, hal 118,
Bak Pengendap I	50-70% TSS	Metcalf & Eddy, hlm 396, 2003
III. Secondary Treatment		
UASB	85 – 95 % BOD 83 – 90 % COD 75 – 90 % NH3-N	Sperling, hal 13, 2007
Activated Sludge (aerasi konvensional)	85 – 95 % BOD 85 – 90% COD 80 – 90 % NH3-N	Sperling, hal 13, 2007
IV. Tertiary Treatment		
Bak Pengendap II (Clarifier)	80-90% TSS	Droste & Gehr , hal 315, 1997
V. Pengolahan Lumpur		
Sludge Drying Bed	90 – 100 % air	Qasim, hal. 492, 1985

2.4 Profil Hidrolis

Profil hidrolis adalah upaya penyajian secara grafis “hidrolik grade line” dalam instalasi pengolahan atau menyatakan elevasi unit pengolahan (influenffluen) 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 perlu diperhatikan sebelum membuat profil hidrolis, antara lain:

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 air
- d. Kehilangan tekanan pada weir, sekat dan lain-lain 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
- b. Kehilangan tekanan pada aksesoris
- c. Kehilangan tekanan pada pompa

3) Tinggi muka air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi karena 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 :

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