

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Limbah Industri

Setiap industri mempunyai karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Demikian pula dengan industri *soft drink* mempunyai karakteristik limbah industri minyak sawit yang berbeda, menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya Jawa Timur.

Komposisi air limbah sebagai bahan buangan sangat mempengaruhi sifat dan karakteristik air limbah tersebut juga sangat membantu dalam penentuan teknik dan pelaksanaan pengolahan air limbah. Sifat – sifat dan karakteristik air limbah dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu :

a. Sifat Fisik

1. Kandungan Zat Padat

Umunya air limbah mengandung bahan terendap yang cukup tinggi apabila diukur dari padatan terlarut dan padatan tersuspensi

2. Bau

Air limbah yang mengalami proses degradasi akan menghasilkan bau. Hal ini disebabkan karena adanya zat organik terurai secara tak sempurna dalam air limbah. Senyawa – senyawa yang menghasilkan bau antara lain NH_3 dan sulfida (H_2S).

3. Warna

Zat terlarut dalam air limbah dapat menimbulkan warna air limbah menjadi berwarna kuning kecoklatan dan berubah menjadi hitam setelah mengalami dekomposisi. Selanjutnya air limbah akan jernih kembali bila normal kembali.

4. Temperatur

Proses kegiatan sumber limbah padat menyebabkan air buangan menjadi hangat, sehingga air limbah umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dibanding dengan suhu air bersih.

b. Sifat Kimia

Berdasarkan bahan yang terkandung didalamnya, sifat kimia air limbah digolongkan menjadi dua yaitu :

1. Senyawa Organik

Air limbah umumnya mengandung senyawa organik 40 % total padatan yang tersusun dari unsur – unsur seperti H, O, N, S, dan P yang bentuknya berupa senyawa protein, karbohidrat, lemak, minyak, deterjen, dan pestisida.

2. Senyawa An – Organik

Keberadaan komponen – komponen anorganik dalam air limbah perlu mendapat perhatian dalam menempatkan kualitas air limbah sebagai air buangan, karena keberadaan bahan – bahan organik ini tidak menutup kemungkinan terkandung racun yang menambah beban dan potensi bahaya air limbah.

c. Sifat Biologi

Keberadaan mikroorganisme dalam air limbah dapat membantu proses pengolahan sendiri (*self purification*). Namun bila mikroorganisme dalam air limbah tidak sesuai dengan ketentuan yang ada, justru menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, maka mikroorganisme di kelompokkan menjadi dua golongan yaitu :

1. Mikroorganisme patogen, seperti : bakteri e-coli, virus hepatitis, salmonella dan lainnya

2. Mikroorganisme non patogen, seperti : protista dan algae. Sesuai dengan sifat dan bahan air, dapat diketahui parameter – parameter antara lain :

a) *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. (Handbook of Environmental Management and Technology, Hal 239)

b) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Adalah nilai kebutuhan oxygen yang diperlukan untuk menguraikan senyawa kimia dalam badan air, yakni suatu parameter untuk mengetahui derajat pencemaran air oleh senyawa organik. (Sugiharto, Dasar dasar pengolahan air limbah, hal 6)

c) pH (derajat keasaman)

Merupakan istilah untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. (Handbook of Environmental Management and Technology, Hal 239)

d) TSS (*Total Suspended Solid*)

Suatu endapan yang dapat disaring (*filtrable residu*) dan dapat membentuk suatu *sludge blanket* yang terdiri-dari bahan-bahan organik. Sedangkan *dissolved solid* adalah suatu solid yang tidak dapat disaring (*non filtrable residu*). (Metcalf & Eddy, 1991).

e) Minyak dan Lemak

Kandungan Minyak dan Lemak air buangan Industri *Soft Drink* ini adalah 15 mg/l, sedangkan baku mutu yang mengatur besar kandungan Minyak dan Lemak yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah sebesar 6 mg/l.

1.) Minyak

Minyak adalah istilah umum untuk semua cairan organik yang tidak larut/bercampur dalam air. Dalam arti sempit, kata 'minyak' biasanya mengacu ke minyak bumi (petroleum) atau bahkan produk olahannya: minyak tanah (kerosene). Namun demikian, kata ini sebenarnya berlaku luas, baik untuk minyak sebagai bagian dari diet makanan (misalnya minyak goreng), sebagai bahan bakar (misalnya minyak tanah), sebagai pelumas (misalnya minyak rem), sebagai medium pemindahan energi, maupun sebagai wangi-wangian (misalnya minyak nilam).

2.) Lemak

Lemak atau Lipid tidak sama dengan minyak. Orang menyebut lemak secara khusus bagi minyak nabati atau hewani yang berwujud padat pada suhu ruang. Lemak juga biasanya disebutkan kepada berbagai minyak yang dihasilkan oleh hewan, lepas dari wujudnya yang padat maupun cair.

2.1.1 BOD

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) dalam oksidasi biokimia bahan organik. Hasil tes BOD akan digunakan untuk:

1. Menentukan perkiraan jumlah oksigen yang akan dibutuhkan untuk menstabilkan secara biologis organik meter yang ada
2. Menentukan ukuran fasilitas perawatan limbah,
3. Mengukur efisiensi dari beberapa proses perawatan, dan
4. Menentukan kepatuhan terhadap ijin pembuangan air limbah.

(Metcalf & Eddy, 2003, halaman 81).

BOD merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan senyawa organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air oleh aktivitas mikroba. BOD 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, 1987 hal 6)

2.1.2 COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter (mg/L) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan bahan organik dengan cara oksidasi menggunakan bahan kimia atau oksidator kimia yang kuat (Potassium dikromat) (Metcalf & Eddy, 2003, halaman 94).

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 4 kuat (kalium dikromat) dalam media asam. (Sperling, 2007, "Biological Wastewater Treatment", volume 1, hal 40)

2.1.3 TSS

Limbah pada umumnya mengandung padatan yang bervariasi baik berupa padatan tersuspensi yang berbentuk koloid maupun padatan terlarut dalam air. 5 Dalam karakteristik limbah, padatan tersuspensi pada umumnya disisihkan sebelum sampel dianalisa. Secara umum, 60% dari kandungan padatan tersuspensi dalam limbah dapat diendapkan, sedangkan sisanya dapat disisihkan melalui proses filtrasi / penyaringan (Metcalf & Eddy, 2003). Total Suspended Solid (TSS) merupakan sebagian dari Total Solids yang tertahan pada filter dengan ukuran pori yang telah ditetapkan, pengukuran dilakukan setelah dikeringkan pada suhu 105°C. Filter yang paling sering digunakan untuk penentuan TSS adalah filter Whatman fiber glass yang memiliki ukuran pori nominal sekitar 1,58µm. (Metcalf-Eddy, "Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 43)

2.1.4 Minyak dan Lemak

Istilah fats, oil, dan grease (FOG) yang digunakan sebelumnya dalam literatur telah diganti dengan istilah oil dan grease (minyak dan lemak). Minyak dan lemak sangat mirip secara kimia, mereka adalah senyawa (ester) alkohol atau gliserol (gliserin) dengan asam lemak. Gliserida dari asam lemak yang cair pada suhu biasa disebut minyak, sedangkan yang padat disebut lemak. Minyak dan lemak ada yang mengapung di atas air dan ada juga yang tenggelam menjadi lumpur. Minyak dan lemak yang melapisi permukaan cenderung mengganggu

aktifitas biologis dan menyebabkan masalah pada pemeliharaan bangunan (Metcalf dan Eddy, 2003, halaman 98).

Jika minyak tidak dihilangkan sebelum air limbah diolah, dapat mengganggu kehidupan biologis di permukaan perairan permukaan dan membuat lapisan tembus cahaya. Ketebalan minyak yang diperlukan untuk membentuk sebuah lapisan tembus cahaya di permukaan badan air sekitar 0,0003048 mm (0,0000120 in). (Metcalf-Eddy,"Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 98)

2.1.5 pH

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. Untuk 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,"Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th edition, hal 57)

2.2. 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. Dalam proses pengolahan air limbah dibagi menjadi empat tahapan yaitu :

- a) Pengolahan Pendahuluan (*Pre - Treatment*)
- b) Pengolahan Pertama (*Primary - Treatment*)

c) Pengolahan Kedua (*Secondary - Treatment*)

d) Pengolahan Ketiga (*Tertiary - Treatment*)

e) Pengolahan Lumpur (*Sludge - Treatment*)

(Sumber: Sugiharto, (1987), Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah, Salemba, Jakarta: Universitas Indonesia Press.)

2.2.1. Pengolahan Pendahuluan (Pre – Treatment)

Proses pengolahan awal ini merupakan proses pada awal pengolahan secara fisik yang dilakukan untuk membersihkan dan menghilangkan sampah terapung yang berukuran besar atau sedang dari pasir agar mempercepat proses pengolahan selanjutnya. Selain itu pre-treatment juga berfungsi untuk memindahkan atau menyalurkan air limbah dari unit operasi produk industri yang menghasilkan limbah ke bangunan pengolahan air limbahnya. Unit proses pengolahan pretreatment untuk kawasan industri meliputi:

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 beda ketinggian atau perbedaan elevasi antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya. Apabila saluran pembawa ini diatas lahan yang datar, maka diperlukan kemiringan/slope (m/m).

b. Screen

Screening biasanya terdiri dari batang paralel, kawat atau grating, perforated plate dan umumnya memiliki bukaan yang berbentuk bulat atau persegi empat. Prinsip yang digunakan bahan padat kasar dihilangkan dengan sederet bahan baja yang diletakan dan dipasang melintang arah aliran. Screen berfungsi untuk menyaring benda padat dan kasar yang ikut terbawa atau hanyut dalam air buangan supaya benda-benda tersebut tidak mengganggu aliran didalam saluran dan tidak mengganggu proses pengolahan

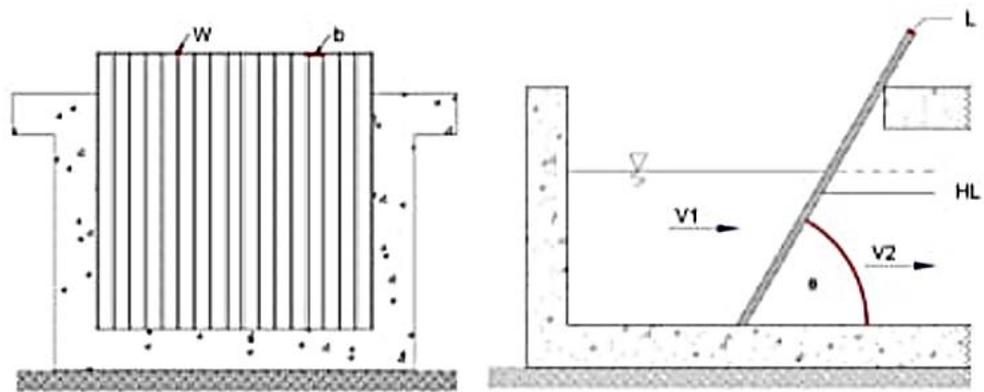
air buangan, Mencegah timbulnya kerusakan dan penyumbatan dalam saluran pembawa, Melindungi peralatan seperti pompa, valve dan peralatan lainnya. Secara umum peralatan screen terbagi menjadi dua tipe yaitu screen kasar dan screen halus. Dan cara pembersihannya ada dua cara yaitu secara manual dan mekanis. Perbedaan screen kasar dan halus adalah pada jauh dekatnya jarak antar bar screen. Namun dalam perancangan bangunan pengolahan air buangan industri *softdrink* ini penyusun memilih menggunakan bar screen.

Bar screen ini Berfungsi untuk menyaring padatan kasar yang berukuran dari 6-150 mm, seperti ranting kayu, kain, dan sampah – sampah lainnya, mengenai kriteria coarse screen. Dalam pengolahan air limbah screen ini digunakan untuk melindungi pompa, valve, saluran pipa, dan peralatan lainnya dari kerusakan atau tersumbat oleh benda –benda tersebut.

Tabel 2.1 Kriteria Bar Screen

Bagian-bagian	Manual	Mekanikal
Ukuran kisi		
Lebar	5 – 15 mm	05 – 15 mm
Dalam	25 – 38 mm	25 – 38 mm
Jarak antar kisi	25 – 50 mm	15 – 75 mm
Sloop	30°-40°	0°-30°
Kecepatan melalui bar	0.3 – 0.6 m/det	0.6 – 1.0 m/det
Head Loss	150 mm	150 – 600 mm

(Sumber : Metcalf and Eddy WWET, and Reuse 4th edition, 2004)

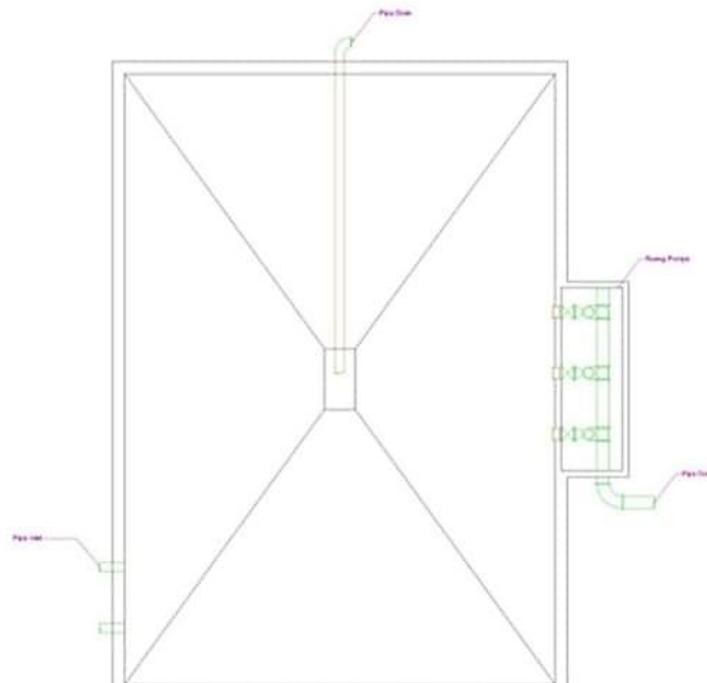


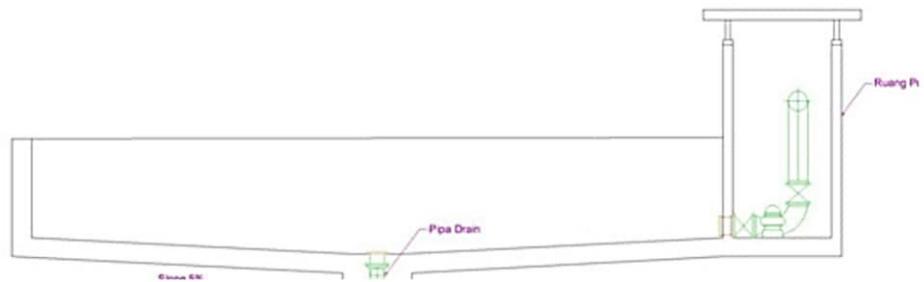
Gambar 2.1 Bar Screen

(Sumber : Buku A IPLT PUPR)

c. Bak Penampung

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.





Gambar 2.3 Bak Penampung

(Sumber : Buku A IPLT PUPR)

2.2.2. Pengolahan Pertama (Primary – Treatment)

a. *Dissolved Air Flotation* (DAF)

DAF merupakan proses pemisahan padatan, minyak dan kontaminan tersuspensi lainnya dengan menggunakan gelembung udara. Udara yang ditambahkan ke dalam air akan tercampur dengan aliran air dan terlepas dari larutan ketika terjadi kontak dengan kontaminan. Gelembung udara menempel pada padatan, meningkatkan daya apung dan mengangkat padatan ke permukaan air. Pada system DAF, udara dilarutkan di dalam cairan di bawah tekanan beberapa atmosfer sampai jenuh, kemudian dilepaskan ketekanan atmosfer. Akibat terjadinya perubahan tekanan maka udara yang terlarut akan lepas kembali dalam bentuk gelembung yang sangat 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. Aplikasi dari sistim *Dissolved Air Flotation* di Industri menurut Baum dan Hurst, 1953 adalah :

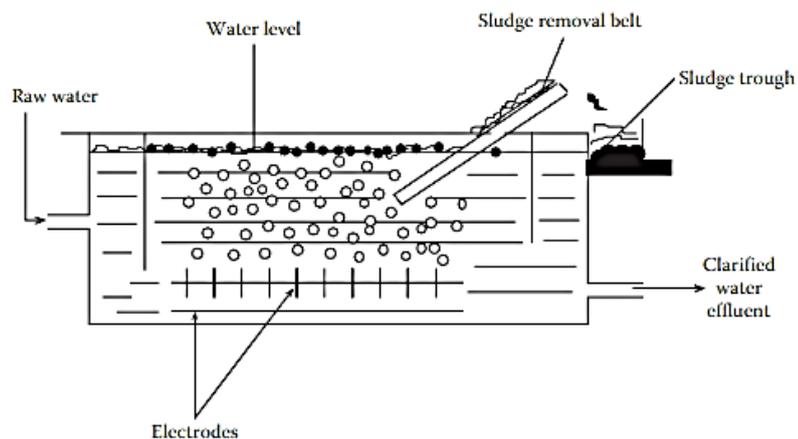
- Pemisahan partikel tersuspensi sebagai pengganti sedimentasi.
- Pemisahan partikel koloidal, sebagai pengganti filtrasi.

- Pengolahan tingkat pertama, untuk meringankan beban system filtrasi.
- Pemisahan minyak dan lemak, memberikan efisiensi pemisahan yang tinggi untuk emulsi dan fraksi yang terdispersi.
- Pengolahan tingkat pertama dari operasi pengolahan lumpur aktif.

Berdasarkan mekanisme pemisahannya :

1) 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.

2) 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 ($\pm 0,2$ m³ udara) untuk setiap m³ air limbah



Gambar 2.4 Dissolved Air Flotation

(Sumber : Adlan, M.N., *A study of dissolved air flotation tank design variables and separation zone performance. PhD thesis, University of Newcastle Upon Tyne, 1998*)

2.2.3 Pengolahan Sekunder (Secondary Treatment)

Pengolahan sekunder akan memisahkan koloidal dan komponen organik terlarut dengan proses biologis. Proses pengolahan biologis ini dilakukan secara aerobik maupun anaerobik.

a. Pengolahan dengan lumpur aktif (*activated sludge*)

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. 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 Aeration*

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

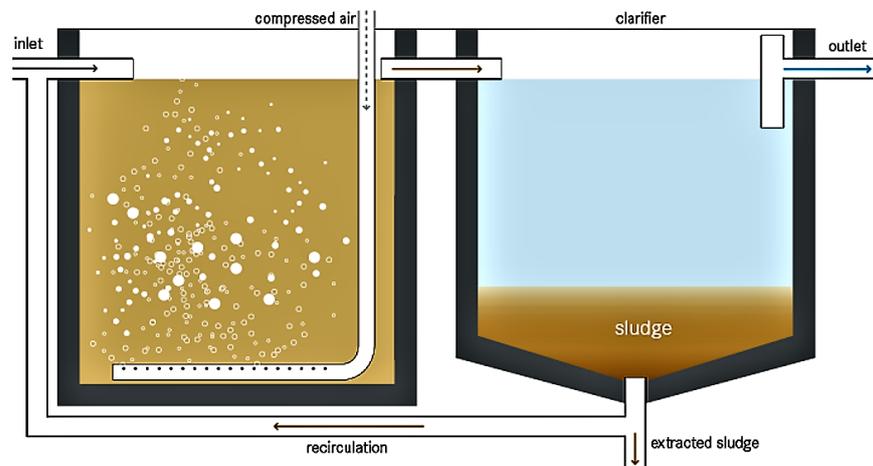
Sistem ini merupakan bentuk lain dari SBR sistem. Air limbah yang masuk melewati siklus reaksi yang sama, pengendapan, yang terjadi pada bak SBR.

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.

11. Cyclic Activated-Sludge System (CCAS)

CCAS menggunakan tiga zona baffle dengan proporsi volumetric perbandingan 1:2:20 dan pencampuran diresirkulasi dari zona 3 ke zona 1. Dalam proses CCAS, air limbah yang masuk kontinu ketika effluent teremoval dalam reaksi batch



Gambar 2.5 Activated Sludge

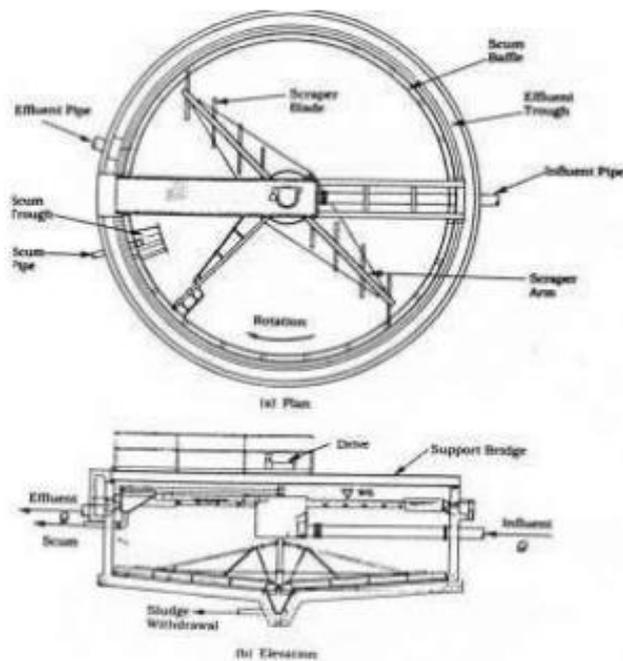
(Sumber : <https://sswm.info/es/taxonomy/term/3808/activated-sludge>)

b. Bak Pengendap II (Secondary Clarifier)

Pengolahan ini adalah kelanjutan dari pengolahan terdahulu, oleh karena itu pengolahan jenis ini akan digunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua banyak zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan kedua 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.

Clarifier (Bak Pengendap II) berfungsi untuk memisahkan lumpur aktif dari *Mixed-liquor suspended solids* (MLSS). Lumpur yang mengandung mikroorganisme (bakteri) yang masih aktif akan disirkulasi 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 38 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*.



Gambar 2.6 Clarifier

(Sumber : Reynold, 1996)

2.2.4 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 responsible untuk 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).

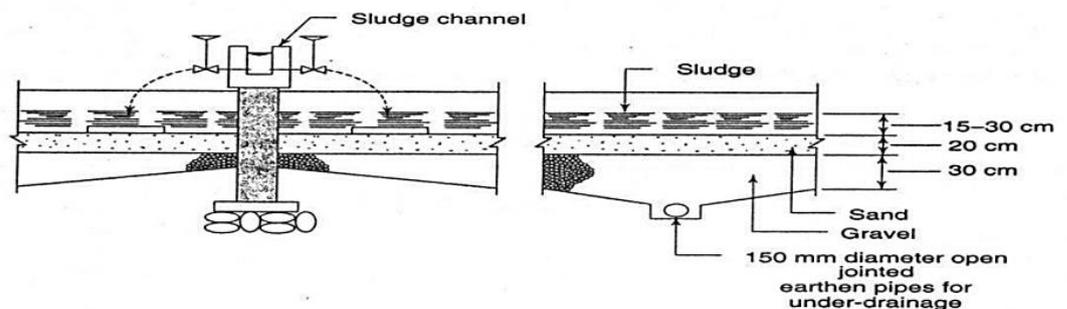
Tujuan utama dari pengolahan lumpur adalah :

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

a. *Sludge Drying Bed*

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

Sludge drying bed terdiri dari lapisan pasir kasar dengan kedalaman 15 – 25 cm, lapisan kerikil dengan ukuran yang berbeda – beda, dan pipa yang berlubang – lubang sebagai jalan aliran air. *Sludge drying bed* dibuat dengan beberapa bak / bagian, tergantung pada keperluannya. Pembagian ini dimaksudkan agar lumpur benar – benar kering sebelum lumpur yang basah dimasukkan kembali. Lumpur dimasukkan ke dalam *Sludge drying bed* dengan ketebalan 20 – 30 cm dan dibiarkan hingga kering. Waktu pengeringan tergantung kondisi setempat. Misalnya dalam waktu 10 – 15 dengan bantuan sinar matahari hari dan akan dicapai tingkat kekeringan antara 30% - 40%



Gambar 2.7 Sludge Drying Bed

(Sumber : Acheivala, 2000)

2.3 Persen Removal

Tabel 2.2 % Removal Tiap Unit

Unit Pengolahan	% Removal	Sumber
Pre Treatment		
Saluran Pembawa	-	-
Screen	-	-
Bak Penampung	-	-
Primary Treatment		
Dissolved Air Flotation	70 – 85% Oil and Grease	Cavaseno, V. 1987, “Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering, Hal 14
	50 – 85% TSS	Cavaseno, V. 1987, “Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering, Hal 14
Secondary Treatment		
Activated Sludge	85 – 95% BOD	Sperling 2007 : 13
	83 – 90% COD	Sperling 2007 : 13
Clarifier	50 – 85% TSS	Cavaseno, V. 1987, “Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering, Hal 14

(Sumber : Data Perencanaan)

2.4 Profil Hidrolis

2.4.1 Kehilangan Tekanan Pada Bangunan

Untuk membuat profil hidrolis perlu perhitungan kehilangan tekanan pada bangunan. Kehilangan tekanan akan mempengaruhi

ketinggian muka air di dalam bangunan pengolahan dengan beberapa macam :

- 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

2.4.2 Kehilangan Tekanan Pada Perpipaan dan Aksesoris

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

- a. Kehilangan tekanan pada perpipaan Cara yang mudah dengan monogram “Hazen William” Q atau V diketahui maka S didapat dari monogram.
- b. Kehilangan tekanan pada aksesoris Cara yang mudah adalah dengan mengekivalen aksesoris tersebut dengan panjang pipa, disini juga digunakan monogram untuk mencari panjang ekivalen sekaligus
- c. Kehilangan tekanan pada pompa Bisa dihitung dengan rumus, grafik karakteristik pompa serta dipengaruhi oleh banyak factor seperti jenis pompa, cara pemasangan dan sebagainya
- d. Kehilangan tekanan pada alat pengukur flok Cara perhitungan juga dengan bantuan monogram

2.4.3 Tinggi Muka Air

Kesalahan dalam perhitungan tinggi muka air dapat terjadi kesalahan dalam menentukan elevasi (ketinggian) bangunan pengolahan, dalam pelaksanaan pembangunan sehingga akan dapat mempengaruhi pada proses pengolahan. Kehilangan tekanan bangunan (saluran terbuka dan

tertutup) tinggi terjunan yang direncanakan (jika ada) akan berpengaruh pada perhitungan tinggi muka air. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara:

- a. Menentukan tinggi muka air bangunan pengolahan yang paling akhir.
- b. Tambahkan kehilangan tekanan antara clear well dengan bangunan sebelumnya pada ketinggian muka air di clear well.
- c. Didapat tinggi muka air bangunan sebelum clear well demikian seterusnya sampai bangunan yang pertama . Jika tinggi muka air bangunan selanjutnya lebih tinggi dari tinggi muka air sumber maka diperlukan pompa untuk menaikkan air.