

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air Limbah**

Air limbah mengandung berbagai macam bahan/zat, diantaranya zat organik. Zat organik yang berada dalam air limbah akan mengalami oksidasi oleh oksigen yang terdapat di dalam air, sehingga akan menurunkan kadar oksigen yang terlarut dalam air (Dissolved Oxygen= DO). Kadar oksigen terlarut terendah ( DO rendah ) dapat berakibat kematian pada hewan-hewan dalam air, misalnya ikan. Banyaknya oksigen yang dipergunakan untuk mengoksidasi limbah organik disebut BOD ( Biological Oxygen Demand ) bila harga BOD dalam air terlalu besar akan dapat menimbulkan bau tidak sedap karena mengakibatkan oksidasi berlangsung tanpa oksigen ( Anaerob) . Oksidasi Anaerob menghasilkan gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{H}_2\text{S}$  yang berbau tidak sedap. Oleh karena itu air limbah harus diproses untuk mengurangi dampak yang dapat ditimbulkan tersebut.

Proses “Lumpur Aktif” (Activated Sludge) adalah satu proses Aerobik (Oksidasi dengan Oksigen ) yang berlangsung dalam suatu bak pengolahan air limbah. Bak tersebut berisi partikel-partikel Lumpur yang bercampur(Teruspensi) di dalam tangki Aerasi . Lumpur Aktif merupakan

Lumpur yang kaya akan bakteri Aerob. Bakteri dalam pratikel-pertiker Lumpur aktif ( sering disebut floc) berperan sebagai pelaku oksidasi ( memakan ) bahan organik tanpa menggunakan oksigen yang terlarut di dalam air, sehingga dalam proses pengolahan limbah dengan lumpur aktif ini dapat menurunkan harga BOD .

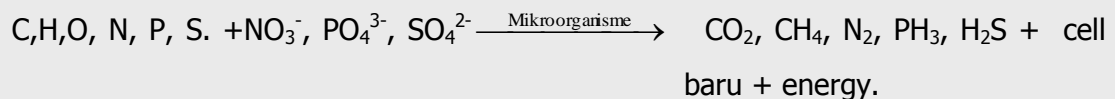
Dalam proses Lumpur aktif terdapat dua hal penting, yaitu proses penambahan oksigen dan proses pertumbuhan bakteri.

## 2.2. Pengolahan Air Limbah

Bentuk pengolahan biologis dibagi dalam dua klasifikasi penting, yaitu aerobik dan anaerobik.

### 2.2.1 Pengolahan Anaerobik

Pengolahan biologis anaerobik merupakan pengolahan limbah yang dalam prosesnya mutlak tidak membutuhkan keberadaan oksigen sebagai syarat dapat hidupnya bakteri sehingga bakteri yang bekerja disebut bakteri anaerob sebagaimana reaksi umumnya sbb:



Pada umumnya, untuk pengolahan secara anaerob di kawasan tropis sangat menolong mengurangi pencemaran pada tingkat-tingkat

tertentu. Sehingga kombinasi pengolahan jenis lain dengan pengolahan aerobik merupakan pilihan untuk mendapatkan biaya optimal dalam pengolahan limbah. Disebabkan pengolahan anaerobik harus absen (tidak ada) dari oksigen, akibatnya unit pengolahan sistem ini harus selalu tertutup.

Kecuali untuk kolam anaerobik, biasanya permukaannya dibiarkan terbuka, karena ada proses fermentasi yang akan memunculkan buih/scum yang memadat di permukaan, dan akan melindungi air dibawahnya dari udara luar. Sehingga proses anaerobik akan tetap berlangsung baik. Dibawah ini diberikan beberapa kriteria untuk unit-unit pengolahan anaerobik yang umum digunakan.

Kelebihan dari sistem pengolahan anaerobik ini antara lain :

- Lumpur yang dihasilkan dari proses pengolahan relatif sedikit dan lumpur yang dihasilkan relatif stabil dibanding dengan pengolahan aerobik konvensional, sehingga tidak membutuhkan pengolahan lumpur lagi misalnya seperti *sludge digester*.
- Dapat dihasilkan energi berupa gas metana, namun akan berfungsi efektif jika debit limbah cukup besar dan kandungan organik cukup tinggi.
- Tahan terhadap fluktuasi beban limbah yang besar, sebab debit aliran yang masuk relatif kecil dibanding dengan dimensi

bangunan, yang disebabkan waktu tinggal yang lama. Sehingga proses anaerobik ini cocok sebagai pengolahan biologis awal untuk limbah dengan kandungan organik cukup tinggi sebelum diolah dalam pengolahan aerobik, yaitu dengan memanfaatkan proses penyederhanaan rantai organik yang terjadi di proses anaerobik.

- Pada beberapa pengolahan dengan beban yang tidak terlalu besar dapat di desain dengan konsep *free maintenance* dan *low energy cost*

Sedangkan kelemahan dari sistem pengolahan anaerobik ini yaitu :

- Membutuhkan waktu tinggal yang lama untuk dapat menguraikan limbah yang masuk, karena adanya tiga fase pengolahan yaitu hidrolisis, asidifikasi dan methanogenesis, untuk sistem pengolahan anaerobik konvensional waktu tinggal yang dibutuhkan antara 30 sampai 60 hari, sedangkan untuk sistem anaerobik yang *high rate* ± 15 hari. Namun saat ini telah banyak dikembangkan sistem pengolahan anaerobik dengan meminimalkan waktu tinggal sehingga dimensi tidak terlalu besar (*Tchobanoglous, 1995*).
- Perlu menjaga agar dalam reaktor tidak ada oksigen terlarut dan pH harus dalam range 6.6 -7.6, serta alkalinitas yang cukup agar pH tidak turun drastis setelah proses asidifikasi, sebab dalam sistem ini bekerja dua bakteri yang saling berlawanan, dimana salah satu bakteri

menghasilkan asam (asidifikasi) sedangkan bakteri methanogenesis membutuhkan pH netral untuk dapat hidup.

- Perlu mengkondisikan dan menjaga suhu reaktor pada kondisi minimal suhu mesophilic ( $30 - 38^0$  C) agar bakteri dapat bekerja dengan baik.
- Menghasilkan bau akibat terbentuknya gas hidrogen sulfida.

Beberapa contoh jenis sistem pengolahan anaerobik ini adalah:

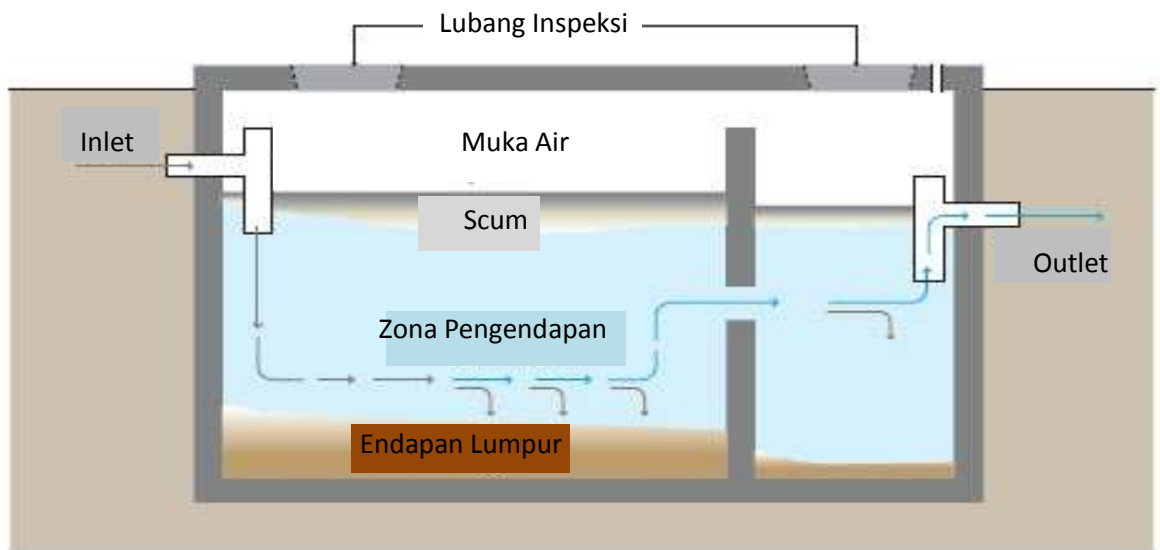
### **1. Tangki Septik**

Unit ini biasa digunakan untuk skala pengolahan limbah sistem individual atau sistem komunal. Efisiensi pengolahan COD sekitar 35% s/d 50%. Umumnya tangki septik dilengkapi dengan unit peresapan effluen ke dalam tanah.

Untuk menentukan besaran dimensi tangki septik telah ada SNI yang berlaku untuk skala individual. Sedangkan untuk design sistem komunal adalah berdasarkan hydrolic loading  $1\text{m}^3/\text{m}^2.\text{hari}$ . Luas bidang resapan dihitung berdasarkan kemampuan tanah dalam kondisi jenuh utk meresapkan air.

Pada kawasan pasang surut dimana air permukaan badan air berfluktuasi tinggi, sehingga penggunaan tangki septik dengan aliran horizontal tidak akan efektif. Untuk itu ditawarkan tangki dengan aliran vertikal .

Proses didalam tangki septik adalah proses pengendapan dan penderaman lumpur. Sistem pemisahan antara dua kompartemen tangki dimaksudkan agar terjadi endapan sempurna. Sedangkan besaran lumpur setelah mengalami dekomposisi pada umumnya sekitar 30 ltr s/d 40 ltr untuk setiap orang per tahun. *Detention time* untuk aliran untuk kesempurnaan pengendapan dan proses dekomposisi suspensi adalah 2 s/d 3 hari.



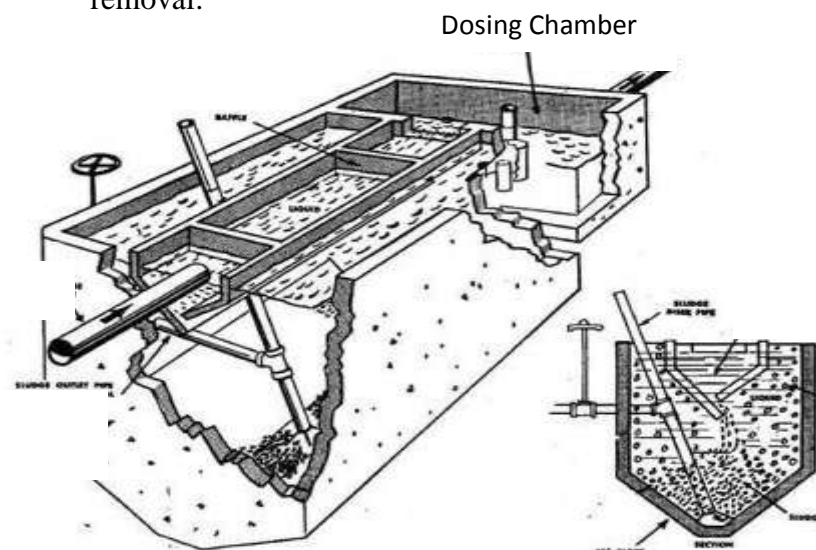
Gambar. 2.1 Tangki Septik

## 2. Imhoff Tank

Unit pengolahan ini terdiri dari dua kompartemen. Kompartemen satu untuk pengendapan yang berada di atas, lainnya untuk penderaman lumpur berada dibawahnya.

Perhitungan demensi pengendapan :

- Hidrolik loading 0,5 s/d 1,5  $\text{m}^3/\text{m}^2$  jam
- Detention time* 2 jam
- Untuk debit puncak atau 6 s/d 8 jam untuk debit rata-rata.
- Perhitungan demensi kantong lumpur didasarkan pada masa eram lumpur 20 s/d 30 hari dengan 2,5 ltr lumpur setiap kg BOD removal.
- Untuk sistem ini efisiensi pengolahan adalah sekitar 50 %. COD removal.



Gambar. 2.2 Tangki Imhoff

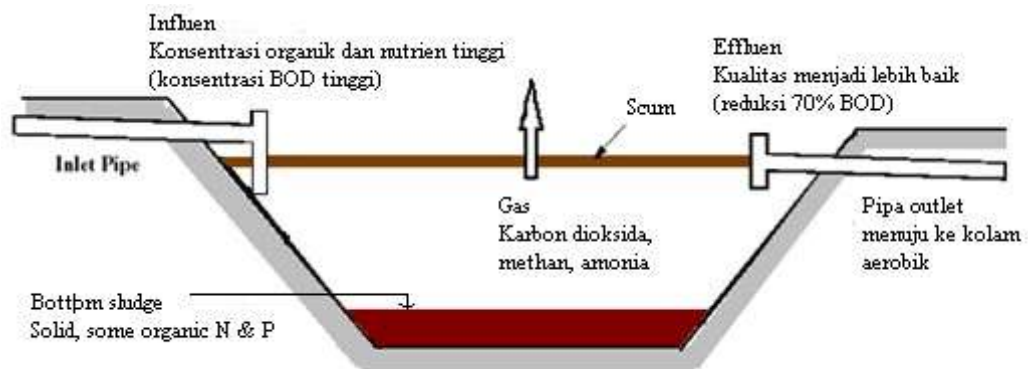
### 3. Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik berfungsi untuk menguraikan kandungan zat organik (BOD) dan padatan tersuspensi (SS) dengan cara anaerobik atau tanpa oksigen. Kolam dapat dikondisikan menjadi anaerobik dengan cara menambahkan beban BOD yang melebihi kemampuan fotosintesis secara alami dalam memproduksi oksigen (Benfield&Randall,1980). Proses fotosintesis yang terjadi didalam kolam dapat diperlambat dengan mengurangi luas permukaan dan menambah kedalaman kolam. Kolam anaerobik biasanya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) dan cocok untuk air limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi (*high strength wastewater*). Oleh karena itu, kolam anaerobik diletakkan sebelum kolam fakultatif dan berfungsi sebagai pengolahan awal/pendahuluan. Selain itu, reaksi penguraian (degradasi) yang terjadi didalam kolam anaerobik lebih cepat terjadi pada wilayah dengan temperatur yang panas/hangat. Oleh karena itu, kolam anaerobik cocok bila diaplikasikan di Indonesia mengingat temperatur yang panas dan relatif konstan sepanjang tahun.

Lumpur tinja tergolong *high-strength wastewater* dengan konsentrasi BOD minimal 1.500 mg/l cocok diolah dengan



menggunakan kolam anaerobik. Penurunan konsentrasi material organik terjadi seiring dengan meningkatnya aktivitas mikroba memproduksi gas (biogas) dan lumpur. Produksi biogas dapat terlihat dengan adanya gelembung-gelembung udara pada bagian permukaan kolam. Kondisi kolam yang hangat, pH normal tanpa oksigen, maka jenis mikroba yang dominan adalah mikroba pembentuk methane. Gambaran kolam anaerobik dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Kolam Anaerobik Filter

Lumpur yang terbentuk merupakan hasil dari pemisahan padatan yang terlarut didalam influen yang kemudian akan mengendap pada bagian dasar kolam. Selanjutnya, material organik yang masih tersisa akan diuraikankan/didegradasi lebih lanjut.

Kolam biasanya tanpa penutup, tetapi permukaannya diharapkan tertutup oleh *scum* hasil proses fermentasi. Jadi pengaturan kedalaman kolam sangat diperlukan untuk menjaga kondisi anaerob yaitu berkisar antara 2 m s/d 5 m. Organik *loading* untuk kawasan tropis sekitar 300 s/d 350 g BOD/m<sup>3</sup>.hari. Biasanya *detention time* 1 s/d 2 hari. Jika dinding dan dasar pada kolam anaerobik tidak menggunakan pasangan, maka kolam tersebut harus dilapisi tanah kedap air (tanah liat + pasir 30%) setebal 30 cm atau diberi lapisan gio-membran utk menghindari air dari kolam meresap kedalam tanah dan beresiko mencemari air tanah sekitarnya.

#### **4. Kolam Fakultatif**

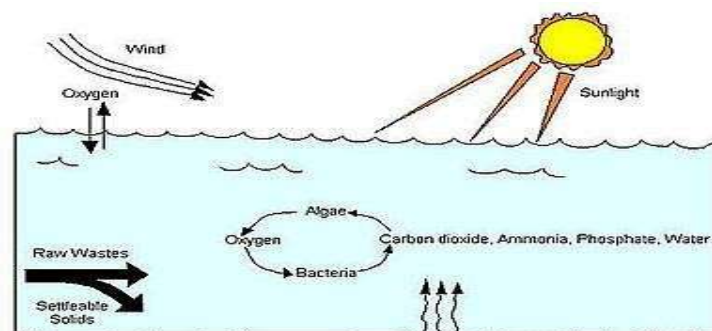
Kolam fakultatif berfungsi untuk menguraikan dan menurunkan konsentrasi bahan organik yang ada didalam limbah

yang telah diolah pada kolam anaerobik. Proses yang terjadi pada kolam ini adalah campuran antara proses anaerob dan aerob. Secara umum kolam fakultatif terstratifikasi menjadi tiga zona atau lapisan yang memiliki kondisi dan proses degradasi yang berbeda. Lapisan paling atas disebut dengan zona aerobik karena pada bagian atas kolam kaya akan oksigen. Kedalaman zona aerobik ini sangat bergantung pada beban yang diberikan pada kolam, iklim, banyaknya sinar matahari, angin dan jumlah algae yang berkembang didalamnya. Oksigen yang berlimpah berasal dari udara pada permukaan kolam, proses fotosintesis algae dan adanya agitasi atau pengadukan akibat tiupan angin. Zona aerobik juga berfungsi sebagai penghalang bau hasil produksi gas dari aktivitas mikroba pada zona dibawahnya

Zona tengah kolam disebut dengan zona fakultatif atau zona aerobik-anaerobik. Pada zonaini, kondisi aerob dan anaerob ditemukan bergantung pada jenis mikroba yang tumbuh. Dan zona paling bawah disebut dengan zona anaerobik dimana oksigen sudah tidak ditemukan lagi. Pada zona ini ditemukan lapisan lumpur yang terbentuk dari padatan yang terpisahkan dan mengendap pada dasar kolam. Proses degradasi material organik dilakukan

oleh bakteri dan organisme mikroskopis (protozoa, cacing dan lain sebagainya

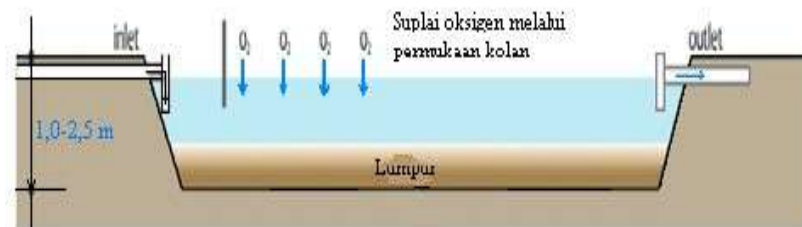
Pada kondisi aerob, material organik akan diubah oleh mikroba (bakteri) menjadi karbondioksida, amonia, dan fosfat. Selanjutnya, fosfat akan digunakan oleh algae sebagai sumber nutrisi sehingga terjadi simbiosis yang saling menguntungkan. Sementara itu, pada kondisi anaerob, materi organik akan diubah menjadi gas seperti methane, hidrogen sulfida, dan amonia serta lumpur sebagai produknya. Gas yang dihasilkan oleh mikroba anaerob selanjutnya digunakan oleh mikroba aerob dan algae yang berada pada zona di atasnya. Gambaran proses yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Proses Pada Kolam Fakultatif

Lumpur yang terbentuk sangat kaya akan mikroba anaerob yang akan terus mencerna (*digest*) dan memperlambat proses pengendapan lumpur ke dasar kolam. Lumpur yang mengendap harus dikuras secara

periodik bergantung pada iklim, disain kolam dan program pemeliharaan yang dijalankan. Namun sebagai patokan umum, periode pengurasan dilakukan antara 5-10 tahun.



Gambar 2.5 Kolam Fakultatif

## 5. Kolam Maturasi

Kolam maturasi digunakan untuk mengolah air limbah yang berasal dari kolam fakultatif dan biasanya disebut sebagai kolam pematangan. Kolam ini merupakan rangkaian akhir dari proses pengolahan aerobik air limbah sehingga dapat menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dan BOD yang masih tersisa didalamnya. Fungsi utama kolam maturasi adalah untuk menghilangkan mikroba patogen yang berada didalam limbah melalui perubahan kondisi yang berlangsung dengan cepat serta pH yang tinggi. Proses degradasi terjadi secara aerobik melalui kerjasama antara mikroba aerobik dan algae. Alga melakukan

fotosintesis membantu meningkatkan konsentrasi oksigen didalam air olahan yang digunakan oleh mikroba aerob.

Kolam maturasi dirancang untuk mengolah limbah (*septage*) dengan konsentrasi organik yang sudah jauh lebih rendah dibandingkan konsentrasi limbah awal saat masuk IPLT. Pada umumnya kolam maturasi terdiri dari dua kolam yang disusun seri. Jumlah dan ukuran kolam bergantung pada kualitas *effluent* yang diinginkan.

Dinding kolam diberi perkerasan selain untuk memperkuat juga untuk mencegah/menghindari terjadinya rembesan kesamping atau arah horisontal dinding kolam.



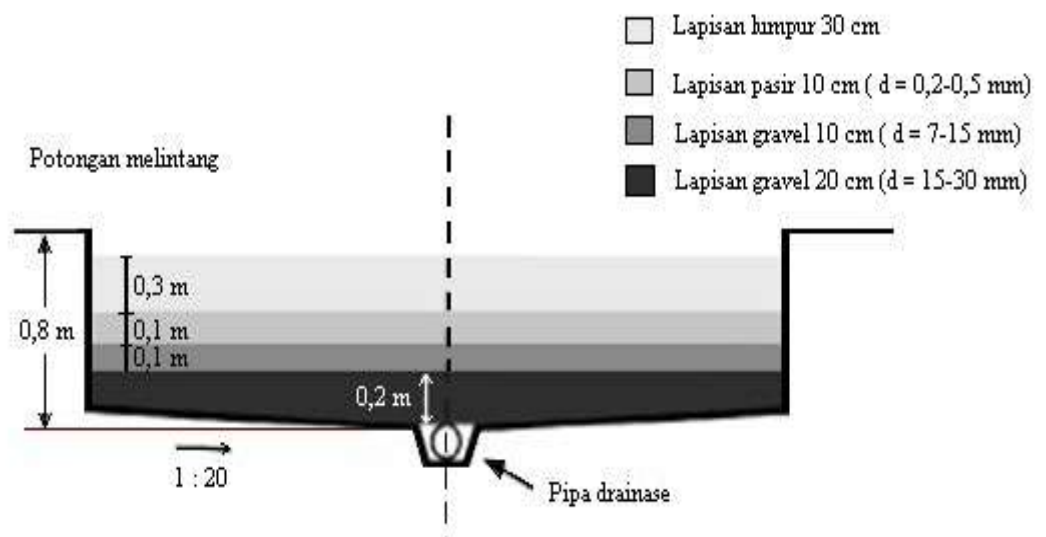
Gambar 2.6 Kolam Maturasi

## 6. Unit Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Unit pengering lumpur berfungsi untuk menampung endapan lumpur dari unit pengolahan biologis. Lumpur

selanjutnya dikeringkan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan angin. Lumpur yang sudah kering dapat digunakan sebagai pupuk.

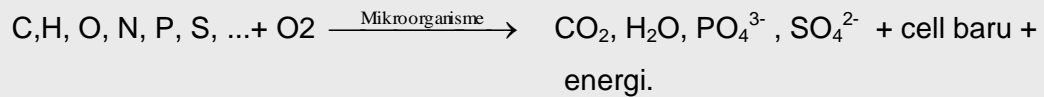
Lumpur diangkat dan diletakkan diatas lapisan pasir sehingga cairan akan turun ke pasir dibawahnya. Pasir berfungsi sebagai media penyaring untuk memisahkan cairan dan padatan pada lumpur. Supernatan (cairan yang tertelah terpisah dari padatan) hasil proses pengeringan lumpur ditampung pada saluran drainase yang berada dibawah bak pengering untuk di resirkulasi menuju ke bak ekualisasi sebagai bahan pengencer. Bentuk bak pengering lumpur dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.7 Bak Pengering Lumpur

### 2.2.2 Pengolahan Aerobik

Proses dekomposisi bahan organik dengan sistem aerobik digambarkan sebagai berikut dibawah ini :



Keberadaan oksigen terlarut didalam air mutlak diperlukan untuk proses dekomposisi tersebut. Pada unit proses pengolahan air limbah secara aerobik, keberadaan optimal oksigen terlarut direkayasa secara teknologi dengan menggunakan antara lain : aerator mekanik, deffuser, kontak media yang terbuka terhadap udara luar dan proses photo syntesa.

Umumnya penggunaan unit pengolahan aerobik adalah untuk pengolahan lanjutan yang disebut dengan *secondary treatment* atau pengolahan sekunder. Pemilihan unit yang akan dipakai untuk pengolahan ini tergantung besar beban (biologi dan hidrolis) yang akan diolah dan tergantung hasil pengolahan yang dikehendaki (*ultimate objective*). Dibawah ini beberapa kriteria unit-unit pengolahan aerobik yang biasa digunakan.

kelebihan dari sistem pengolahan aerobik ini antara lain:



- Tidak membutuhkan lahan yang luas dibanding anaerobik untuk debit limbah yang sama, karena waktu tinggal yang dibutuhkan untuk mengolah relatif lebih cepat ( 6 – 24 jam)
- Mampu untuk menerima fluktuasi beban organik meskipun tidak terlalu besar (fluktuasi beban yang mampu diterima terbatas)
- Pemecahan masalah dalam pengoperasiannya lebih mudah dibanding dengan sistem anaerobik.
- Tingkat efisiensi pengolahan cukup tinggi untuk limbah organik dengan konsentrasi kecil sampai medium.
- Tidak menimbulkan bau jika dalam prosesnya berjalan dengan baik

Kelemahan dari sistem pengolahan aerobik antara lain:

- Membutuhkan energi relatif lebih besar karena adanya penambahan oksigen dengan proses aerasi
- Pada pengolahan aerobik konvensional menghasilkan lumpur yang cukup besar dari proses pengolahannya, karena fase pertumbuhan biomass cukup besar
- Pada jenis pengolahan limbah aerobik konvensional membutuhkan pengolahan lumpur, karena lumpur yang dihasilkan relatif tidak stabil

- Membutuhkan bangunan tambahan untuk memisahkan lumpur dengan air hasil olahan sebelum dibuang.
- Lebih tidak tahan terhadap *shock loading* yang terlalu besar.

Beberapa contoh jenis sistem pengolahan aerobik ini adalah:

### **1. Kolam Aerasi (Aerated Lagoon)**

Kolam aerasi menggunakan peralatan aerator mekanik berupa surface aerator yang digunakan untuk membantu mekanisasi supply oksigen larut dalam air. Aerator ini menggunakan propeler yang setengah terbenam dalam air dengan putarannya memecah permukaan air agar lebih banyak bagian air yang kontak dengan udara dan menyerap oksigen bebas dari udara.

Pada dasarnya ada tiga jenis kolam aerasi yang dikembangkan yaitu :

- Tipe fakultatif (Facultative aerated lagoon)
- Tipe aliran aerobik langsung (aerobic flow-through)
- Type extended aeration

Tabel 2.1 Perbedaan Karakteristik Dari Ketiga Jenis Kolam Aerasi

Kriteria	Fakultatif	Flowthrough	Extended aeration
Konsentrasi solid, mg/l	30 - 150	30 – 300	4000 - 5000
Td, hari	3 - 6	2 - 5	0.7 -1
Dalam kolam, m	3 - 5	3 – 5	3 – 5
Eff BOD removal %	75 – 90	70 – 85	95 – 98
Kebutuhan lahan m <sup>2</sup> /cap	0.15 – 0.45	0.10 – 0.35	0.13 – 0.25
Kebutuhan oksigen+)	0.6 – 0.8	0.6 – 0.8	1.2 – 1.8
Aeration HP*			
HP / 1000 org	1.0 – 1.3	1.0 – 1.3	2.0 – 3.0
HP / 1000 m <sup>3</sup> /kolam	1.0 – 1.5	3.5 – 5.2	1.5 – 2.5

- Perhitungan Hourse Power didasarkan bahwa aerator dapat memberikan 1.7 kg O<sub>2</sub>/HP jam
- Kg O<sub>2</sub>/Kg BOD removal

*Sumber : Sorab J Arceivala, Simple waste tratment Methode, Middle east*

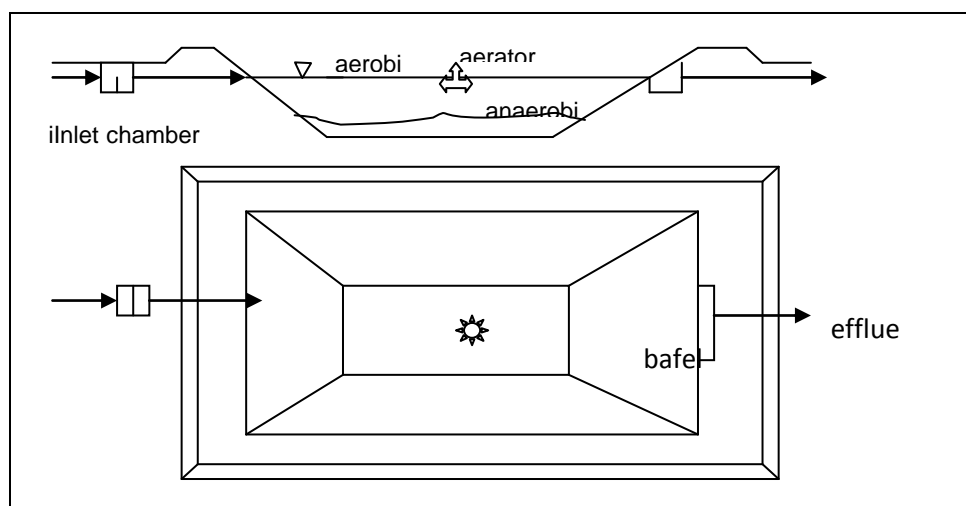
*technical University, Ankara, Turkey 1973*

#### **a. Kolam Aerasi Fakultatif**

Tipe ini selaras dengan kolam algae pada pada kolam stabilisasi, hanya oksigen yang diperlukan disupply melalui aerator dan bukan melalui proses fotosintesa algae. Sistem ini

memberikan cukup oksige, namun power input aerator tidak cukup untuk menjaga seluruh partikel (solid) tetap dalam bentuk suspensi. Jadi sama dengan kondisi fakultatif pada kolam stabilisasi, yaitu pada lapisan bagian atas terjadi peroses dekomposisi aerobik dan pada bagian lapisan bawah kolam terjadi proses anaerobik.

Pada prinsipnya unit ini memerlukan power yang cukup rendah, namun memerlukan lahan yang cukup luas meskipun tidak seluas lahan untuk kolam stabilisasi. Disamping itu lumpur akibat pengendapan akan berada didasar kolam dan secara periodik harus dibersihkan. Akumulasi lumpur berdasarkan pengalaman yang menggunakan facultative aerated lagoon adalah 30 ltr s/d 50 ltr per jiwa setiap tahunnya.

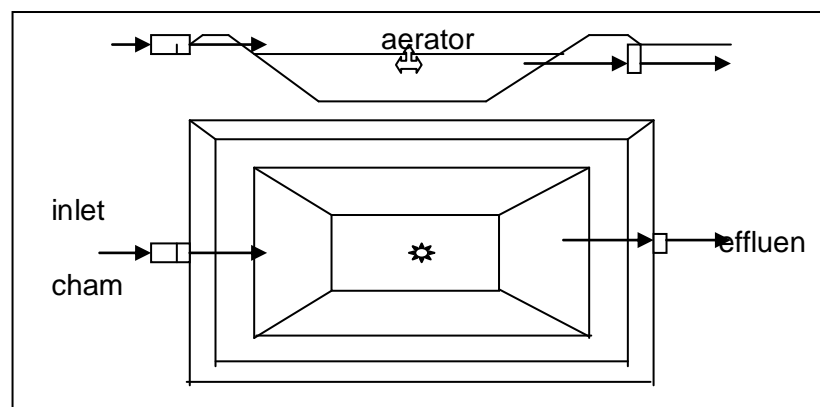


Gambar.2.8 Skematik Fakultatif Aerated Lagoon

### b. Tipe Aerobic Flow Through

Unit ini pada prinsipnya menempatkan *aerator* yang dapat mengangkat seluruh endapan tersuspensi dalam aliran sehingga dianggap terjadi pengadukan lengkap dari seluruh sisi kolam sebagaimana terjadi pada aerasi di tangki sistem *activated sludge*/lumpur aktif. Efisiensi BOD removal cukup tinggi namun karena aliran keluar membawa juga endapan yang tersuspensi, dengan demikian efisiensi pengurangan *suspended solid* pada efluen sangat rendah.

Sebenarnya kebutuhan energi untuk aerasi hampir sama saja dengan tipe lainnya, hanya karena harus mengangkat seluruh suspensi, maka diperlukan tenaga *aerator* yang cukup besar yaitu 3,5 s/d 5,2 HP per 1000 m<sup>3</sup> kolam. Lebih dari 4 kali tenaga yang diperlukan oleh fakultatif *aerated lagoon* atau 2 kali tenaga aerator yang diperlukan *aerated lagoon extended aeration*. Keuntungan tipe ini tidak memerlukan pengurasan lumpur pada dasar kolam.



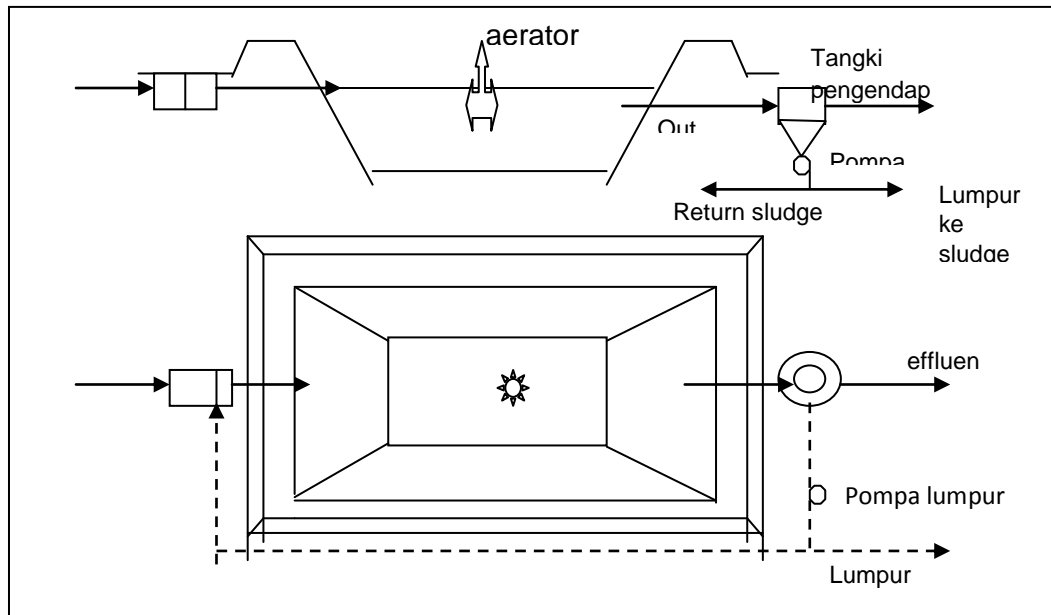
Gambar.2.9 Skematik Aerated Lagoon Flow Through

### c. Tipe Aerated Lagoon Extended Aeration

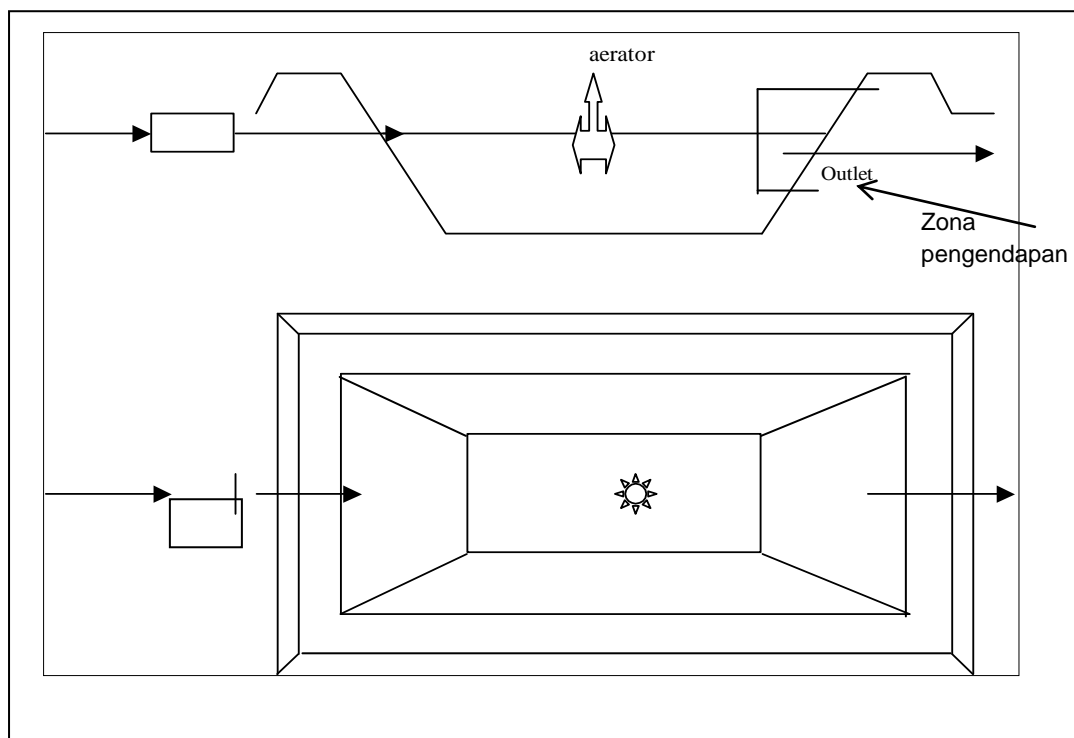
Unit juga membuat endapan tersuspensi dengan adukan menyeluruh meliputi seluruh bagian kolam. Sebagian lumpur yang terikut pada aliran outlet dari kolam ini terendapkan, sebagian lainnya dibiarkan terakumulasi didalam kolam atau sebagian yang diendapkan kemudian dikembalikan kedalam sistem aerasi untuk mencapai rasio ideal perbandingan makanan dan mikro organisme yang disebut F/M ratio. Jadi ada 3 sistem yang digunakan yaitu :

- Menempatkan tangki pengendapan terpisah sesudah kolam
- Memisahkan bagian dari kolam untuk zona pengendapan untuk menahan lumpur sebelum effluen dilepas ke badan air.
- Melakukan operasi *lagoon* secara intermitten dengan membuat dua unit secara paralel. Kedua unit akan beroperasi secara bergantian, ketika satu unit berhenti, maka akan ada kesempatan terjadinya pengendapan. Lumpur akan terakumulasi mencapai konsentrasi solid yang ideal untuk extended aeration.

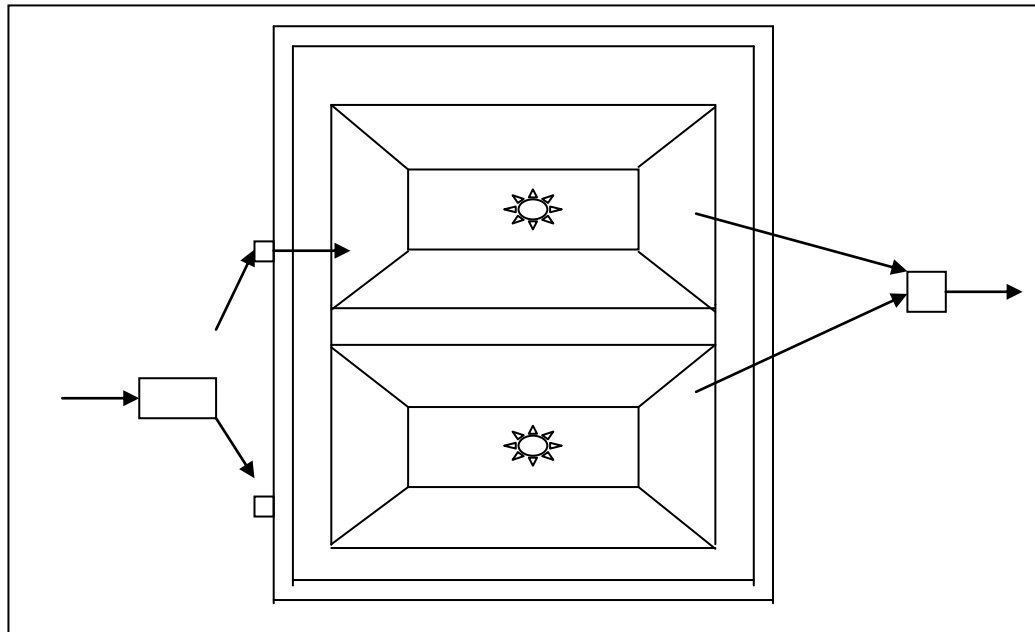
Gambaran skematik ketiga sistem diatas :



Gambar.2.10 *Lagoon Dengan Extended Aeration Menggunakan Tangki Pengendap Terpisah*



Gambar.2.11 *Extended Aeration Lagoon Dengan Zona Pengendapan Bagian Dari Kolam*



Gambar.2.12 *Extended Aerated Lagoon* Dengan 2 Sel Yang Ber-Operasi Secara Intermitten

## 2. Lumpur Aktif (Activated Sludge)

Lumpur aktif adalah seluruh lumpur di suspensi dan diberi oksigen sehingga seluruh mikroba arobik yang ada dan melekat dengan lumpur menjadi sangat aktif. Ada dua jenis aktiveted sludge yaitu tipe konvensional dan tipe extended aeration. Perbandingan karekteristik kedua jenis tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini



Tabel.2.2. Perbandingan Sistem Dengan Aerasi

Jenis pengolahan	Uraian	Jenis aliran	Sludge Retention Time (jam)	Food/Microorganisma	Aerator loading kg/m <sup>3</sup> .d	MLSS mg/lt	Aeration periode (jam)	Ratio re-sirkulasi
Activated sludge conventional		Plug	5 - 15	0.2-0.4	0.3-0.6	1500 - 2000	4 - 8	0.25 - 0.5
Extended Aeration	Oxidation ditch	Mix	20-30	0.05 - 0.15	0.1-0.4	3000 - 6000	18-36	0.5-2
Kolam Aerasi		Plug			0.1	250-300	Intermitten	0

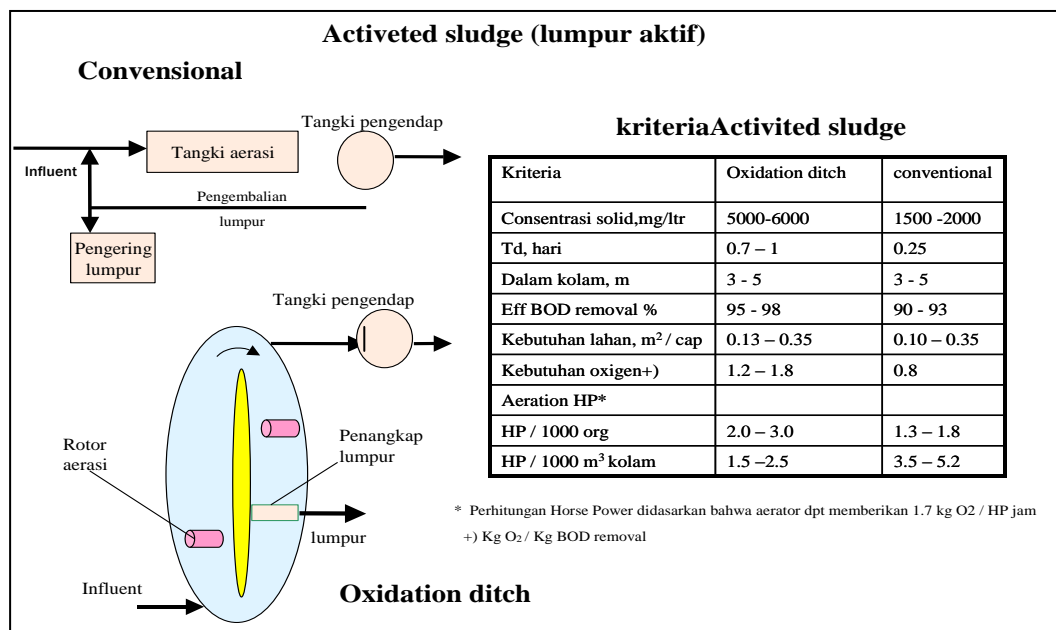
Terlihat bahwa pada extended aeration:

- Periode aerasi lebih panjang/lama, sehingga supply oksigen lebih sempurna
- Rasio antara makanan dengan dengan mikroba lebih kecil sehingga penguraian bahan organik dalam air limbah makin efektif, dengan demikian menghasilkan eksel lumpur (sludge) yang lebih sedikit.
- Akhirnya efisiensi BOD removal yang tinggi mendekati 98%.

Untuk kesempurnaan hasil tersebut maka extended aeraton memerlukan:

- Unit konstuksi yang lebih besar karena td diperpanjang /lebih lama
- Power lebih tinggi untuk aerasi dan resirkulasi sludge.
- Kontrol oprasonal harus lebih teliti terutama menjaga rasio F/M dengan mengatur konsentasi MLSS dalam tangki reaktor aerasi.

Perbandingan antara antara sistem extended aeration (dalam hal ini menggunakan model oxidation ditch) dengan sistem konvensional



Gambar.2.13 Activeted Sludge (Lumpur Aktif)

**Oxidation Ditch.**

Pada prinsipnya sistem oxidation ditch adalah extended aeration yang semula dikembangkan berdasarkan saluran sirkular kedalaman 1

s/d 1,5 m yang dibangun dengan pasangan batu. Air diputar mengikuti saluran sirkular yang cukup panjang untuk tujuan aerasi dengan alat mekanik rotor seperti sikat baja yang berbentuk silinder. Rotor diputar melalui as (axis) horizontal dipermukaan air. Alat aerasi ini disebut juga *cage rotor*.

Belanda mengembangkan saluran sirkular yang lebih dalam (2,5 s/d 4m ) untuk mengurangi luas lahan yang diperlukan. Hanya sistem rotor horizontal diganti dengan aerator dengan as (axis) verikal. Sistem ini dikenal dengan "*carroussel* " *ditch*.

Umumnya sistem ini dilengkapi dengan bak pengendap (clarifier) dan sludge drying bed. Pengembalian lumpur (recirculation) kedalam reaktor untuk konsentrasi lumpur (0,8 s/d 1,2) % maka rasio pengembaliannya antara 50% s/d 100 %. Kebutuhan luas sludge drying bed antara (0.05 s/d 0.33) m<sup>2</sup> per capita. Besaran tergantung efektivitas digester yang digunakan. Makin efektif maka kebutuhan lahan akan semakin kecil.

Tabel.2.3. Karakteristik Peralatan Aerator

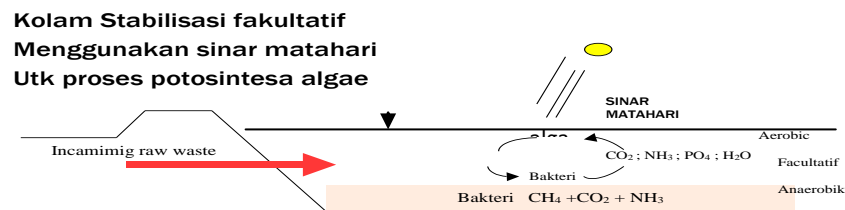
Sistem Aerasi	Uraian	Kelebihan	Kekurangan	Transfer Efisiensi	Transfer Rate
Sistem difuser	Menggunakan	Baik untuk	Tinggi		
1.gelembung halus	Pipa atau sungkup keramik yang porous	Pengadukan dan oksigen transfer	Biaya inisial dan O&P	10 – 30	1,2 – 2,0
2.gelembung sedang	Pipa perforated	Pengadukan dan biaya O&P rendah	Biaya inisial	6 – 15	1,0 – 1,6
3.gelembung besar	Pipa dengan orifice	Non clogging, biaya O&P rendah	Biaya inisial dan tenaga listrik	4 - 8	0,6 – 1,2
Sistem mekanikal	Dengan diameter				
Radial flow 2060	Impeller lebar	Flexible, adukan baik	Tinggi inisial cost		1,2 – 2,4
Axial flow 300 1200 rpm	Propeller pendek	Inisial cost rendah	Adukan kurang		1,2 – 2,4
Tubular defuser	Udara & AL dihisap kedalam pipa untuk diaduk	Rendah inisial dan O & cost, efisiensi transfer tinggi	Adukan rendah	7 – 10	1,2 – 1,6
Jet	Tekanan udara dan AL horizontal	Cocok untuk bak yang dalam	Perlu pompa dan kompresor	10 – 25	1,2 – 2,4
Brush rotor	Drum dilapisi sikat baja dan diputar dengan as horizontal	Cocok untuk oxidation ditch	Efisiensi rendah		1,2 – 2,4
Submed turbin		Adukan tinggi	Power tinggi		1,0 – 1,5

### 3. Kolam Stabilisasi Fakultatif

Pengolahan sistem ini menggunakan teknologi paling sederhana yaitu proses mengandalkan  $O_2$  dari fotosintesa algae. Sedangkan penguraian bakteri terhadap bahan organik menjadi posfat dan

amoniak diperlukan algae sebagai nutrisinya (fertilizer) untuk pertumbuhannya.

Untuk mencapai kondisi fakultatif di dalam kolam maka kedalaman kolam berkisar antara 1,5 s/d 2m . sehingga dibagian permukaan terjadi proses aerobik dan dibagian dasar kolam terjadi proses anaerobik. Seperti gambaran dibawah ini :



- Pengolahan efektif bila influent BOD < 250 mg/l
- Kedalaman kolam 1.5 m – 2.0 m
- Akumulasi lumpur 30 cm untuk 5 tahun
- Keperluan lahan = 0.5 m<sup>2</sup>/capita jika menggunakan kolam anaerobik sebelumnya dan 1.0 m<sup>2</sup> / capita jika tdk menggunakan

Gambar.2.14 Proses Ekologi Didalam Kolam Fakultatif

Kombinasi unit pengolahan kolam stabilisasi.

- Kebutuhan lahan kolam fakultatif yang cukup luas antara 250 s/d 300 kg BOD/ ha .hari. Jadi memerlukan pengolahan lain utk mengurangi beban organik sebelum masuk kolam ini, misalnya kolam anaerobik.
- Disamping itu untuk meningkatkan hasil pengolahan limbah dan mengurangi bakteri maka setelah kolam fakultatif dilanjutkan dengan

kolam maturasi atau pembubuhan disinfektant sebagai alternatif lainnya

- Atau sesudah kolam ini airnya diperuntukan untuk pengisi kolam ikan

Kolam maturasi digunakan untuk mengurangi bakteri fecal coliform yang mungkin masih ada ada effluen dari kolam fakultatif. Kedalam kolam 1m dan detention time 5 s/d 10 hari.

Kolam anerobik yang ditempatkan sebelum kolam fakultatif, untuk kawasan tropis dapat mencapai pengurangan BOD antara 50 s/d 70 % untuk detention time 1s/d 2 hari dengan kedalaman kolam antara 2,5 s/d 4 m

Effluen dari kolam stabilisasi dapat digunakan untuk keperluan irigasi, untuk kolam ikan peliharaan, dan pengisian air tanah (Ground water recharging).

### **2.3. Perencanaan IPLT**

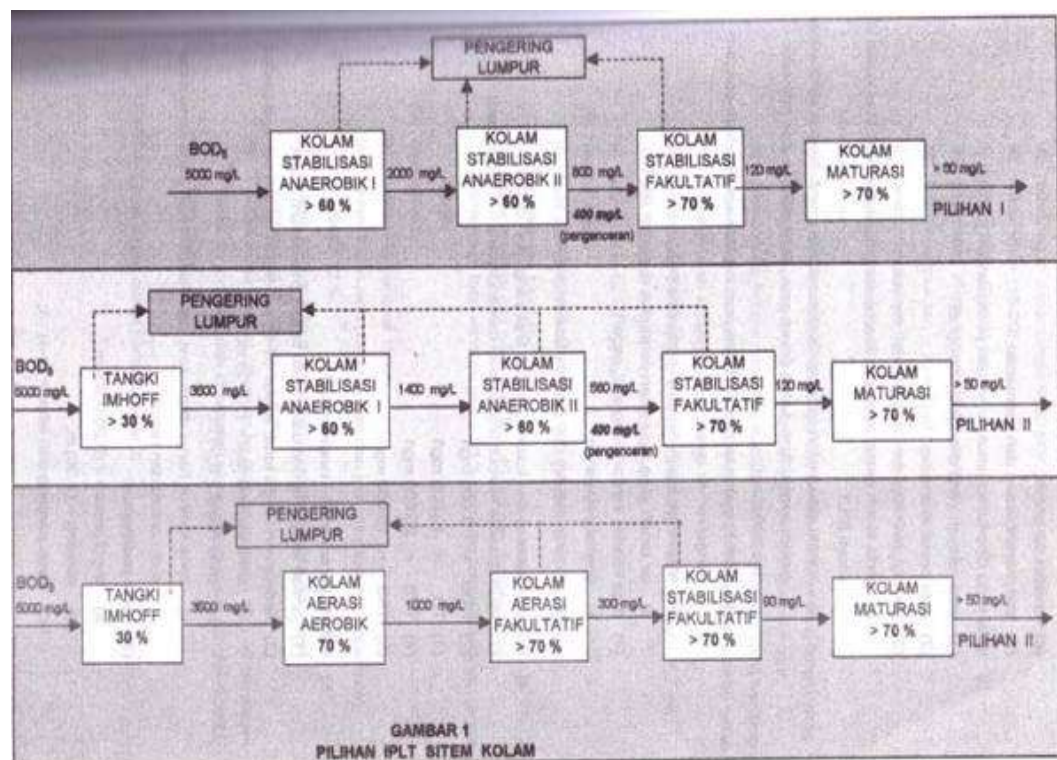
Ketentuan umum yang harus dipenuhi sebagai berikut :

1. Ijin lokasi IPLT dari instansi yang berwenang;
2. AMDAL atau UKL-UPL harus dilakukan sebelum atau bersamaan dengan perencanaan IPLT Sistem Kolam;
3. IPLT hanya didesain untuk mengolah lumpur tinja.

### 2.3.1. Alternatif Sistem Pengolahan

Alternatif sistem yang dapat digunakan dalam mengelola lumpur tinja dapat dilihat pada gambar dibawah ini dengan aplikasi seperti berikut:

1. Alternatif pilihan I digunakan untuk pelayanan maksimal 50.000 orang, kondisi tanah cukup kedap dan jarak IPLT ke permukaan terdekat minimal 500 m;
2. Alternatif pilihan II digunakan untuk pelayanan maksimal 100.000 orang, kondisi tanah cukup kedap dan jarak IPLT ke permukaan terdekat minimal 500 m;



Gambar.2.15 Alternatif Sistem Pengolahan Lumpur Tinja

### **2.3.2. Kebutuhan Unit Bangunan**

Untuk dapat mengoperasikan unit bangunan instalasi pengolahan lumpur tinja di butuhkan bangunan penunjang.

Kebutuhan bangunan tersebut adalah :

1. Platform (dumping station):
  - a. Dibuat khusus pada kolam stabilisasi anaerobik yang tidak didahului oleh tangki imhoff;
  - b. Sebagai bagian dari sumur pompa, pada tangki imhoff yang tidak dilengkapi ram (tanjakan truk tinja);
  - c. Sebagai bagian dari inlet tangki imhoff yang dilengkapi ram.
2. Bak pengering lumpur;
3. Kantor, gudang dan lab;
4. Jalan masuk dan jalan operasi;
5. Sumur monitoring kualitas air tanah;
6. Fasilitas air bersih;
7. Alat pemeliharaan dan keamanan

### **2.3.3. Data Perencanaan**

Dalam perencanaan bangunan pengolah lumpur tinja dibutuhkan data sebagai berikut :

1. Peta wilayah yang dilengkapi topografi;



2. Data sosial ekonomi;
3. Geologi, hidrologi dan hidrogeologi, seperti:
  - a. Jenis tanah (pasir, lempung, lanau) dan angka permeabilitas tanah di lokasi IPLT;
  - b. Sungai atau badan air yang dipakai sebagai pembuangan akhir efluen system pengolahan. Letak dalam peta, debit dan kualitas (minimal dan maksimal);
  - c. Jarak kegiatan lain ke IPLT dan pemanfaatannya dikaitkan dengan pengaliran air tanah;
  - d. Elevasi air tanah dan arah pengalirannya;
  - e. Air tanah yang digunakan penduduk di sekitar IPLT.
4. Data kondisi sanitari yang ada, seperti:
  - a. Tingkat pelayanan;
  - b. Jumlah, macam dan kualitas fasilitas sanitasi.

#### **2.3.4. Kriteria Kuantitas dan Kualitas Lumpur Tinja**

Dalam mendesain instalasi pengolahan lumpur tinja di butuhkan karakteristik dari lumpur tinja yang akan diolah. Kreteria kuantitas dan kualitas lumpur tinja yang akan di olah adalah sebagai berikut :

1. Laju/kapasitas lumpur tinja (cairan dan endapan) = 0,5 l/org.hari

2. KOB = 5.000 mg/l
3. TS = 40.000 mg/l
4. TVS = 25.000 mg/l
5. TSS = 15.000 mg/l

### 2.3.5. Kriteria Bangunan IPLT

Dalam perencanaan bangunan pengolah lumpur tinja (IPLT) ada beberapa kriteria desai yang harus di ikuti yaitu :

1. Kriteria kuantitas dan kualitas lumpur tinja yang akan diolah:
  - a. Laju/kapasitas lumpur tinja (cairan dan endapan) = 0,5 l/org.hari
  - b. KOB = 5.000 mg/l
  - c. TS = 40.000 mg/l
  - d. TVS = 25.000 mg/l
  - e. TSS = 15.000 mg/l
2. Kriteria perencanaan tangki imhoff:
  - a. Jumlah kompartemen dalam satu tangki, maksimum 2 unit;
  - b. Kedalaman tangki total, sekitar (6-9) m, dengan rincian sebagai berikut:
    - Zona sedimentasi = (1,5-2) m;
    - Zona netral  $\square$  0,54 m;

- Zona lumpur harus dikalkulasi, dan ditambahkan pada zona-zona sedimentasi dan netral.

c. Zona sedimentasi:

- Tinggi jagaan = (0,20-0,30) m;
- Panjang = (7-30) m;
- Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
- Kemiringan dasar tangki = (50-60) atau 1,2 (V) : 1 (H);
- Lebar slot = (15-20) cm;
- Overhang = (20-25) cm;
- Kecepatan aliran horizontal < 1 cm/det;
- Beban permukaan kurang lebih 30 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>.hari)
- Waktu detensi = 1,5 jam;
- Efisiensi pemisahan TSS = (40-60) %.

d. Zona lumpur:

- Dapat dibuat menjadi beberapa unit ke arah memanjang tangki yang dilengkapi penampung lumpur dan pipa pengambilan lumpur;
- Penampung lumpur hanya dipisahkan oleh sekat beton yang berfungsi juga sebagai penyangga bak pengendap; dan di sebelah bawah sekat diberi sebuah lubang penghubung;

- Kemiringan penampung lumpur, minimal 30° atau 1 (V) : 1,7 (H);
  - Laju endapan lumpur = 0,06 l/orang/hari;
  - Waktu detensi = (1-2) bulan;
- e. Ventilasi gas:
- Luas permukaan total ventilasi gas (25-30) % terdapat luas permukaan bak pencerna;
  - Lebar ventilasi gas pada satu sisi (45-60) cm, dan/atau luas permukaan total ventilasi gas  $\geq 20\%$  dari luas total permukaan tangki imhoff.
- f. Pipa lumpur:
- Diameter minimal 15 cm;
  - Kemiringan pipa pembuangan dan penyalur lumpur (underflow), minimal 12%;
  - Jarak vertikal antara outlet pembuangan lumpur dan level permukaan air, minimal 1,8 m;
  - Pipa lumpur vertikal diperluas ke atas permukaan air 30 cm dalam keadaan terbuka, dan di sebelah ujungnya (di dasar tangki) diberi blok beton).

### 3. Kriteria perencanaan kolam stabilisasi anaerobik:

- a. Kedalaman air = (1,8-2,5) m;
  - b. Jagaan = (0,3-0,5) m;
  - c. Beban BOD volumetrik = (500-800) g BOD/(m<sup>3</sup>.hari)
  - d. Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
  - e. Efisiensi pemisahan BOD  $\square$  60%.
4. Kriteria perencanaan kolam stabilisasi fakultatif:
- a. Kedalaman air = (1,2-1,8) m;
  - b. Tinggi jagaan = (0,3-0,5) m;
  - c. Beban BOD volumetrik = (40-60) g BOD/m<sup>3</sup>.hari);
  - d. Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
  - e. Efisiensi pemisahan BOD  $\square$  70%;
  - f. BOD influen  $\square$  400 mg/l;
  - g. BOD efluen > 50 mg/l.
5. Kriteria perencanaan kolam maturasi:
- a. Kedalaman air = (0,8-1,2) m;
  - b. Tinggi jagaan = (0,3-0,5) m;
  - c. Beban BOD volumetrik = (40-60) g BOD/(m<sup>3</sup>.hari);
  - d. Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
  - e. Efisiensi pemisahan BOD  $\square$  70%;
  - f. Efisiensi pemisahan E. Coli  $\square$  95% (termasuk kolam-kolam sebelumnya).

6. Kriteria perencanaan kolam aerasi:

- a. Kedalaman air = (1,8-2,50) m;
- b. Jagaan = (0,3-0,5) m;
- c. Beban BOD volumetrik = (100-400) g BOD/(m<sup>3</sup>.hari);
- d. Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
- e. Efisiensi pemisahan BOD  $\square$  70%;
- f. Tenaga pengadukan:
  - > 6 W/m<sup>3</sup> untuk kolam aerasi aerobik;
  - (2-3) W/m<sup>3</sup> untuk kolam aerasi fakultatif

7. Kriteria perencanaan bak pengering lumpur:

- a. Lebar sebuah bak = (4,50-7,50) m;
- b. Panjang sebuah bak = (3-6) x lebar;
- c. Ketinggian dinding bak = 45 cm di atas pasir;
- d. Tinggi jagaan = (15-25) cm;
- e. Dinding bak bisa dibuat dari beton, pasangan bata dengan spesi semen;
- f. Pipa pemberi yang membawa sludge ke tepi bak berdiameter 150 mm dan dari bahan GI;
- g. Pipa distributor mempunyai kriteria sebagai berikut:
  - Dipasang di atas (di salah satu sisi) dinding memanjang tiap kompartemen;

- Diameter  $\geq 150$  mm;
  - Bahan GI;
  - Bila menggunakan bahan pipa dari PVC harus ditanam dalam dinding;
- h. Pipa pembuang dipasang pada drainase bak dengan diameter minimal 15 cm;
- i. Kadar air lumpur kering optimal = (70-80) %;
- j. Tebal lumpur kering di atas pasir = (20-30) cm;
- k. Tebal lumpur basah di atas pasir = (30-45) cm;
- l. Media pasir yang dipasang pada lapisan teratas mempunyai kriteria seperti berikut:
- Ukuran efektif = (0,30-0,50) mm;
  - Koefisien keseragaman  $\leq 5$ ;
  - Tebal pasir = (15,0-22,5) cm;
  - Kandungan kotoran  $\leq 1$  % terhadap volume pasir.
- m. Media kerikil yang dipasang dalam dua lapis di bawah asir dengan urutan dari atas sebagai berikut:
- Diameter (3-6) mm dipasang 15 cm di atas dasar bak;
  - Diameter (20-40) mm dipasang setebal 15 cm di atas pipa penangkap di kanan-kiri pipa penangkap setebal diameternya (10-15) cm.

n. Pipa peluap dengan diameter (100-150) mm dipasang pada dinding bak.

8. Kriteria perencanaan bak :

a. Lebar salah satu sisi tanggul minimal 2,5 m sebagai jalan operasi;

b. Kemiringan dinding tanggul bagian dalam 1 (V) : 2,5 (H) dan bagian luar 1 (V) : 1,5 (H);

c. Kepadatan konstruksi tanggul mempunyai densitas kering maksimal sebesar 90% yang ditentukan dengan tes modifikasi proktor. Shrinkage tanah yang terjadi pada saat pemadatan harus sekitar (10-30)%. Koefisien permeabilitas tanggul padat tidak boleh lebih dari  $10^{-7}$  m/detik.

d. Persyaratan permeabilitas tanah untuk penyediaan lining:

- $k \leq 10^{-6}$  m/detik, seluruh kolam perlu dilining;
- $k = (10^{-7}-10^{-6})$  m/detik. Kolam primer dan sekunder perlu dilining;
- $k > 10^{-8}$  m/detik, kolam tidak perlu diberi lining.

9. Kriteria perencanaan inlet dan outlet kolam:

a. Panjang pipa inlet kolam stabilisasi dipasang hingga  $1/3$  panjang kolam atau maksimal 15 m;

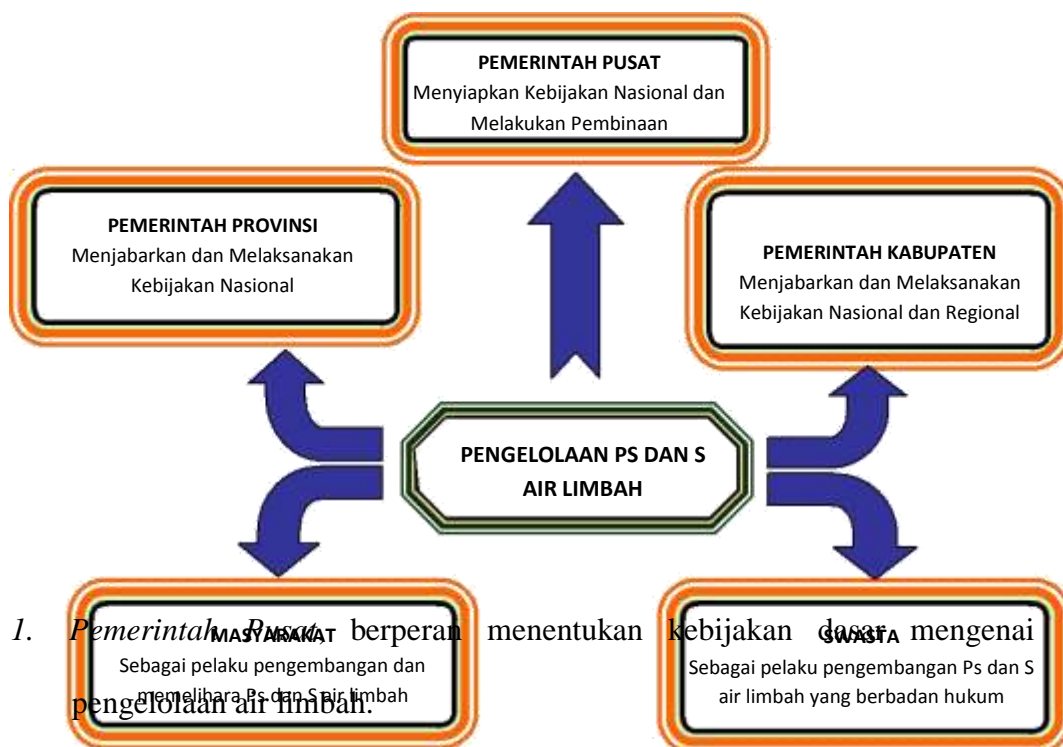


- b. Konstruksi interkoneksi antar kolam dimudahkan untuk pengambilan sampel air limbah.
10. Profil hidrolis
- a. Beda elevasi muka air antar kolam (5-10) cm;
  - b. Elevasi dasar pengering lumpur harus lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik;
  - c. Elevasi muka air tangki imhoff harus lebih tinggi minimal 1,8 m di atas pipa inlet pengering lumpur;
  - d. Elevasi muka air sumur pompa harus lebih tinggi daripada muka air di kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik;
  - e. Elevasi muka air maksimal badan air penerima 0,50 m di bawah outlet kolam maturasi atau lebih dalam.

#### **2.4. Latar Belakang Pemilihan Lokasi IPLT**

Penentuan dan identifikasi pemilihan lokasi IPLT dewasa ini sejalan dengan perubahan sistem pemerintahan dari sentralistik menuju desentralistik sejak diterbitkannya Undang-Undang No. 25 tahun 1995 dan UU No. 32 tahun 2004 (penyempurnaan dari UU No. 22 tahun 1999) yang berisikan sistem pemerintahan yang berbentuk otonomi dan desentralisasi. Dalam hal ini kewenangan yang lebih besar diberikan kepada pemerintah daerah dalam

mengelola daerahnya. Oleh karena itu penanganan sistem air limbah yang merupakan bagian dari infrastruktur sanitasi lingkungan secara jelas menjadi tanggung jawab pemerintah daerah. Dengan diterbitkannya UU ini, maka peran para pemangku kepentingan dalam pengelolaan limbah menjadi berubah yang disesuaikan dengan semangat desentralisasinya sistem pemerintahan. Didalam sistem pengelolaan limbah, peran para stakeholder sangat menentukan keberhasilan pengelolaan dan pengembangan pengelolaan limbah di sebuah kota. Para stakeholder tersebut secara garis besarnya mempunyai peran dalam mengelola Ps&S limbah, sebagai berikut (lihat gambar 2.16) :



Gambar.2.16 Stakeholder Dalam Pengelolaan Prasarana dan Sarana Limbah

2. *Pemerintah Provinsi*, berperan membuat rencana pengelolaan limbah dengan acuan kebijakan yang telah ditentukan Pemerintah Pusat dan menjalankan kebijakan tersebut sesuai proporsionalnya.
3. *Pemerintah Kabupaten*, berperan membuat rencana pengelolaan limbah dengan acuan kebijakan yang telah ditentukan Pemerintah Pusat dan Pemerintah Provinsi dan menjalankan kebijakan tersebut sesuai proporsionalnya.
4. *Swasta*, berperan sebagai pelaku pengembang pengelolaan limbah yang berbadan hukum, yang sesuai kebijakan Pemerintah Kabupaten dan menjalakkannya.
5. *Masyarakat*, berperan sebagai pelaku pengembang dan pemelihara sarana dan prsarana limbah.

## **2.5. Faktor Pertimbangan Pemilihan Lokasi Skala Proritas**

### **2.5.1. Jumlah Penduduk Terlayani**

Setiap kota mempunyai jumlah penduduk yang berbeda-beda.

Menurut jumlah penduduknya, umumnya terbagi atas beberapa macam yaitu kota metropolitan, kota besar, kota sedang, kota kecil.

Maksud dari jumlah penduduk terlayani disini adalah jumlah dari penduduk yang menggunakan jamban/closed yang kedap sehingga tinja yang ada tidak merembes ke dalam tanah dan tinja itulah nantinya

yang akan disedot untuk diolah di IPLT. Semakin besar jumlah penduduk yang dilayani, semakin besar penduduknya semakin besar pula bobotnya.

### **2.5.2. Jarak Area Pelayanan**

Faktor pertimbangan ini meliputi jarak lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) ke pusat kota dan jarak ke pemukiman. Semakin dekat wilayah pelayanan yang dilayani oleh sebuah instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT), maka semakin efisien pelayanan yang diberikan oleh instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) tersebut sehingga nilai bobotnya tinggi, begitu pula sebaliknya.

### **2.5.3. Badan Air Penerima**

Faktor pertimbangan badan air penerima yang dimaksud dalam kajian ini adalah sungai. Sungai yang menjadi tempat pembuangan akhir pengelolaan dalam kajian ini dibagi menurut peruntukan air sungainya. Peruntukan air sungai adalah status pemanfaatan dan fungsi dari suatu badan air. Menurut pemamfaatannya dan fungsinya suatu sungai dapat digolongkan menjadi 4 golongan, yaitu :

1. Golongan A : air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B : air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum.

3. Golongan C : air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D : air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri pembangkit listrik tenaga air.

#### **2.5.4. Legalitas Lahan**

Faktor pertimbangan ini meliputi legalitas lahan yang akan dijadikan lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT), kesesuaian lahan yang ada dengan pengembangan suatu wilayah yang tertera dalam RUTR/RTRW-nya, adanya dukungan nyata dari masyarakat sekitarnya akan rencana pembangunan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT). Kepemilikan lahan yang akan dipergunakan sebagai lokasi pembangunan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) hendaknya bukan lahan yang bermasalah. Jika kepemilikan lahan tersebut adalah milik pemerintah, maka semakin kecil permasalahan yang akan timbul dari pemakaian lahan tersebut. Tetapi aspek dukungan masyarakat akan rencana penggunaan lahan juga harus menjadikan pertimbangannya. Peran pemerintah daerah dalam menyesuaikan lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) dengan perencanaan tata ruang wilayahnya sangatlah dipertimbangkan dalam proses pemilihan lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) .

### **2.5.5. Tata Guna Lahan**

Pemilihan lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) pada wilayah yang mempunyai tata guna lahan, sebagai lahan pertanian, merupakan lokasi yang paling ideal, karena lahan pertanian paling minim menimbulkan dampak negatif pada penduduk wilayah kota tersebut yang dapat ditimbulkan reaksi negatif dari penduduk apabila tata guna biasanya wilayah yang mempunyai tata lahan sebagai lahan pertanian, tidak cocok untuk didirikan permukiman. Suatu kota dalam perencanaan pengembangan kotanya, biasanya prosentase perkembangan permukimannya lebih tinggi dibanding pengembangan dibidang lain (industri, pertanian, rekreasi dan lain-lain). Untuk mengefesienkan luas wilayah suatu kota, maka lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) lebih baik didaerah pengembangan wilayah yang mempunyai prosentasi kecil. Seperti pada daerah lahan pertanian.

### **2.5.6. Bahaya Banjir**

Sesuatu wilayah bila tidak terkena banjir, semakin baik pertimbangannya dalam pilihan lokasi instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT) dan besar bobot yang diberikan dalam menentukan penilaian pemilihan lokasi.

### **2.5.7. Jenis Tanah**

Faktor pertimbangan jenis tanah terbagi atas 3 buah indikator pertimbangan jenis tanah. Tanah lempung mempunyai diameter kurang dari 0,002 mm. Tanah lanau mempunyai diameter antara 0,002-0053 mm. Pasir mempunyai diameter 0,053 – 2 mm.

Semakin besar ukuran diameternya semakin kurang baik untuk pondasi suatu struktur bangunan, termasuk struktur bangunan instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT).