

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Pengertian Air Buangan

Batasan mengenai air buangan yang banyak dikemukakan pada umumnya meliputi komposisi serta sumber air buangan tersebut berasal, misalnya air buangan rumah tangga, daerah pertanian, perdagangan dan lain-lain.

Menurut *Metcalf and Eddy*, yang dimaksud air buangan adalah kombinasi dari cairan dan sampah-sampah cair yang berasal dari pemukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri bersama-sama dengan air tanah, dan air hujan yang mungkin ada.

Sedangkan menurut *Enders and Steel*, air buangan adalah cairan yang dibawa oleh saluran air buangan.

Sehingga pengertian secara umum untuk air buangan adalah cairan yang bersal dari rumah tangga, industri, maupun tempat-tempat umum lainnya dan biasanya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan kehidupan dan mengganggu kelestarian lingkungan hidup.

3.2. Sistem penyaluran air buangan

3.2.1. Aspek-aspek dalam sistem penyaluran air buangan.

Pemilihan daerah perencanaan harus dipertimbangkan sebaik mungkin sehingga perencanaan pengolahan air buangan tidak sia-sia. Oleh sebab itu dalam menentukan daerah perencanaan perlu mempertimbangkan beberapa aspek yaitu :

1. Aspek fisik

Aspek fisik adalah hal-hal yang berkaitan dengan kondisi fisik daerah perencanaan, hal ini erat kaitannya dengan pemilihan daerah perencanaan yang memerlukan penanganan khusus dalam pengolahan air buangan.

Hal-hal yang menjadi tinjauan fisik adalah :

- Kondisi wilayah
- Tata guna lahan
- Keadaan dan jumlah fasilitas
- Kepadatan penduduk
- Tinggi muka air tanah
- Iklim dan cuaca.

2. Aspek Ekonomis

Aspek ekonomis ini erat kaitannya dengan kuantitas air buangan yang dihasilkan.

3. Aspek Lingkungan

Jika ditinjau dari keadaan system penyaluran air buangan yang telah ada serta bila dikaitkan dengan laju pertumbuhan penduduk, maka sangatlah perlu direncanakan sarana dan system penyaluran air buangan yang baik dan memadai berdasarkan analisa mengenai dampak negatif yang ditimbulkan oleh air buangan terhadap aspek kesehatan masyarakat serta lingkungan, perlu sekali adanya system pengolahan yang baik.

3.2.2. Sumber air buangan.

Sumber air buangan ada tiga macam, yaitu :

- Air buangan domestik.
 - Meliputi limbah dari pemukiman, aliran air buangan diperhitungkan berdasarkan kepadatan penduduk dan rata-rata perorangan dalam menghasilkan air buangan.
- Air buangan non domestik.
 - Meliputi air buangan dari limbah perdagangan, Hotel, gedung perkantoran, masjid, lapangan terbang, pasar dan lain-lain.
 - Air buangan daerah kelembagaan meliputi sekolah, rumah sakit, asrama, rumah tahanan, dll.
- Air buangan industri

Kualitas dan kuantitas air buangan industri bervariasi tergantung pada

- Besar kecilnya industri
- Pengawasan pada proses industri
- Derajat penggunaan air
- Derajat pengolahan air buangan yang ada.

3.2.3. Sistem Saluran Air Buangan

Menurut asal airnya sistem penyaluran air buangan terbagi atas beberapa sistem, antara lain :

1. Sistem Terpisah

Air buangan dan hujan disalurkan secara terpisah melalui 2 saluran. Air hujan dapat disalurkan pada saluran terbuka maupun tertutup.

Keuntungan :

- Unit-unit relatif kecil karena tidak memperhitungkan debit air hujan.
- Dimensi saluran yang dipakai tidak terlalu besar.

Kerugian :

- Harus membuat dua buah saluran.
- Memerlukan jalur perpipaan yang berbeda.

2. Sistem Tercampur

Air buangan dan air hujan disalurkan secara langsung melalui pipa yang sama dan harus saluran tertutup. Sistem ini digunakan untuk daerah yang

mempunyai fluktuasi musim kering dan musim hujan relatif kecil atau daerah yang sedikit curah hujannya.

Keuntungan :

- Tidak memerlukan dua jaringan penyaluran.
- Adanya pengenceran air buangan oleh air hujan.

Kerugian :

- Memerlukan unit pengolahan air buangan yang lebih besar.

3. Sistem Kombinasi

Sistem penyaluran dimana air hujan dan air buangan disatukan penyalurannya hanya pada musim kemarau. Sedangkan pada musim hujan penyalurannya dipisahkan dengan alat pemisah.

Keuntungan :

- Beban instalasi pengolahan air buangan tidak terlalu besar.
- Air hujan sewaktu-waktu dapat digunakan sebagai penggelontor.

Kerugian :

Diperlukan adanya beberapa konstruksi khusus yang relatif akan menambah biaya dan perawatan

Menurut sarananya, terbagi atas :

a. Sistem *On Site*

Sistem yang tidak memerlukan pengorganisasian terpusat dalam pengoperasian dan pemeliharaannya.

b. Sistem *Off Site*

Sistem ini memerlukan pengolahan terpusat. Off site merupakan alternative lain bila on site tidak bisa diterapkan.

Sedangkan menurut pengalirannya, sistem saluran air buangan adalah sebagai berikut :

1. *Small Bore System (Settled Sewer atau Solids Free Sewerage)*

Sistem penyaluran air buangan yang hanya mengalirkan fase *liquid* dari air buangan, sedangkan fase *solid grit grease* dibuang secara periodik dengan sistem lain (misalnya dengan truk).

Komponen : *House Connection, Interceptor Tank, Cleanout, Manhole, Vent, Lift Station* dan Pompa.

Keuntungan :

- Mengurangi konsumsi air untuk mengalirkan padatan.
- Mengurangi biaya penggalian dan material (20% - 70%)
- Mengurangi biaya operasional.
- Dapat diubah kebentuk *sewered septic tank system*.

- Tidak memerlukan *slope* (kemiringan) yang seragam (mengikuti bentuk *topografi*).
- Tangki *interceptor* maupun *septic tank* dapat menjadi pengolahan awal (sedimentasi, *anaerobic digestion*) sampai 80% *removal solid*.
- Mengurangi beban *hidrolis* pada jam-jam puncak.

Kerugian :

- Adanya *solid* yang dapat mengganggu sistem pengaliran.

Kriteria desain :

- Kecepatan aliran minimum : 0.46 m/dt ($d/D = 0.5$).
- Diameter pipa : 100 mm, 150 mm, 200 mm.
- Cover : 1 meter.
- *Manhole* : *intersection* tiap 24.5 m

2. *Shallow Sewer System (Simplified Sewerage)*

Sistem penyaluran air buangan rumah tangga (*solid* maupun *liquid*) dengan menggunakan pipa berdiameter kecil, pada *flat gradient* dan *shallow trenches*. Karena terletak di kedalaman yang dangkal biasanya dipasang di belakang rumah. Operasional tergantung pada besarnya frekuensi air buangan yang melewati sistem dan tidak tergantung jumlah air yang digelontorkan. Pengalirannya memanfaatkan efek tekanan (dorongan) dan digelontorkan pada waktu-waktu tertentu.

Komponen : *House Connection, Inspection Chamber, Block Sewer Line, Street Collector* dan pompa.

Keuntungan :

- Biaya lebih hemat (jaringan pipa lebih pendek, biaya penggalian lebih murah dan biaya material lebih hemat).
- Pemakaian air lebih hemat.

Kerugian :

- Waktu pengaliran lambat.
- Kemungkinan terjadinya penyumbatan sangat besar.

Kriteria desain :

- Kecepatan aliran minimum : 0.5 m/dt.
- Kedalaman aliran dalam pipa : 0.2 – 0.6 diameter pipa.
- Diameter pipa 100 mm (PVC) untuk \pm 1000 orang dengan debit sekitar 80 lt/org/hr.
- *Slope* (kemiringan) minimum : 1/167 m
- Kedalaman pipa : 0.2 -0.3 m.

3. *Pressure Sewer*

Sistem penyaluran air buangan dimana air buangan terlebih dahulu dikumpulkan pada *septic tank* dan kemudian secara periodik dipompa ke saluran air buangan.

Komponen : *House Connection, Holding Tank Septic tank dan Grinder pump.*

Keuntungan :

- Mengurangi kebutuhan pompa di jaringan sewer utama.
- Diameter pipa lebih kecil.
- Mempermudah terjadinya proses pengolahan air buangan (beban hidrolis lebih merata).
- *Slope* pipa lebih mendatar, dapat diletakkan di kedalaman yang dangkal dan mengikuti garis kontur.

Kerugian :

- Tiap rumah membutuhkan pompa dan alat tambahan (misalnya : *Check Valve*).
- Membutuhkan biaya tambahan untuk operasional dan pemeliharaan .

Kriteria desain :

- Diameter pipa (PVC) : 5 – 15 cm.
- Kedalaman pipa : 75 cm.
- Pompa (*grinder pump*) : 1 – 2 hp.

4. *Vacuum Sewer*

Sistem pengaliran air buangan yang memanfaatkan pompa vakum.

Komponen : *House Connection, Holding Tank Septic Tank* dan stasiun pompa vakum.

faktor-faktor ya

ir buangan anti

- Sungai s

- Elevasi t

- Daerah y

- Perencar

- Kepadat

- Ketinggi

- Arah per

- Jenis tan

- Tata gun

uantitas air bua

- Kuantita

- Sumber :

- Curah hu

Besarnya pemal

perorangan dala

untuk non dome

sesuai dengan je

Keuntungan :

- Mengurangi kemungkinan terjadinya penyumbatan (*clogging*).
- Dapat diletakkan pada kedalaman yang rendah.

Kerugian :

- Membutuhkan alat tambahan (*Vacuum Valve*).

Kriteria desain :

- Diameter pipa (PVC) : 10 – 25 cm.
- *Slope* (kemiringan) : 0.2 %.

3.2.4. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan.

Dasar perencanaan system penyaluran air buangan berpedoman pada kriteria-kriteria yang paling memungkinkan, untuk dapat diterapkan sesuai dengan kondisi dan situasi setempat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk dasar-dasar perencanaan adalah :

1. Daerah pelayanan

- Jumlah penduduk yang dilayani pada suatu jalur pipa atau blok pelayanan dan akan mengikuti pola penjumlahan komulatif ke hilir saluran.
- Jumlah aktifitas bangunan-bangunan domestik

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembagian jalur pelayanan pengumpulan air buangan antara lain. ;

- Sungai serta alirannya
- Elevasi tanah
- Daerah yang terendam banjir
- Perencanaan jalan
- Kepadatan penduduk disetiap daerah pelayanan
- Ketinggian permukaan air tanah
- Arah pengaliran air sungai
- Jenis tanah
- Tata guna lahan

2. kuantitas air buangan

- Kuantitas pemakaian air bersih
- Sumber air buangan
- Curah hujan, daya resap, dan keadaan air tanah.

Besarnya pemakaian air bersih domestik dihitung berdasarkan pemakaian perorangan dalam satu hari. Sedangkan untuk besar pemakaian air bersih untuk non domestik dihitung berdasarkan pemakaian per orang atau per unit sesuai dengan jenis pelayanan dalam satu hari.

Tabel 3.1. Tipikal unit konsumsi air konsumen non domestik.

No	Kategori Konsumen	Kebutuhan air	Jumlah Pemakai
1	Tempat Ibadah		
	Masjid	30 Lt/org/hr	300 orang
	musholla	30 Lt/org/hr	300 orang
	Gereja	10 Lt/org/hr	150 orang
	Vihara	10 Lt/org/hr	100 orang
2	Pendidikan		
	SD	10 Lt/org/hr	250 orang
	SLTP	20 Lt/org/hr	150 orang
	SLTA	25 Lt/org/hr	250 orang
3	Umum		
	Terminal	15 Lt/org/hr	100 orang
	Rumah Sakit	250 Lt/org/hr	100 orang
	Puskesmas	1000 Lt/org/hr	50 orang
	Bank	25 Lt/org/hr	50 orang
4	Komersial		
	Toko	10 Lt/org/hr	20 orang
	Hotel	90 Lt/org/hr	50 orang
	Pasar	3000 Lt/org/hr	
5	Institusional		
	Kantor	30 Lt/org/hr	200 orang

(Sumber : Ir. Sarwoko M.MSc. ES. " Penyediaan air Bersih" Volume 1)

Diperkirakan besarnya kehilangan air dari penggunaan air bersih sekitar 30 % - 20 %. Jadi besarnya jumlah debit air buangan yang mencapai saluran sekitar 70 % - 80 %.

Untuk system penyaluran air buangan ini harus diperhitungkan air yang masuk ke jaringan perpipaan yaitu infiltrasi air tanah. Adanya *infiltrasi* air tanah tidak dapat dihilangkan 100%, hal ini disebabkan karena :

- Pekerjaan yang kurang sempurna
- Jenis material saluran yang digunakan
- Tinggi muka air tanah.

3. Fluktuasi pengaliran

Debit air buangan yang ditampung dalam saluran air buangan mempunyai *Fluktuasi* yang bervariasi setiap jamnya dalam sehari sesuai dengan memuncaknya pemakaian air bersih.

4. Jenis bahan dan bentuk saluran

- Asbestos cement
- Concrete (Beton)
- Iron dan Steel
- Tanah liat
- PVC

Adapun pemilihan bentuk saluran yang dipergunakan, perlu diperhatikan kelebihan yang dimiliki oleh bentuk saluran yang dipilih, beberapa bentuk saluran yang biasa digunakan adalah :

- Segi empat digunakan untuk
 - Debit besar
 - Fluktuasi debit air buangan kecil
- Bulat datar, digunakan bila :

- Fluktuasi air buangan besar
 - Fluktuasi air buangan besar sekali
 - Bila diperlukan tinggi tertentu.
- Lingkaran, digunakan bila :
 - Debit agak kecil
 - Fluktuasi air buangan kecil.
 - Daerah yang memerlukan konstruksi kuat.

3.2.5. Bahan-bahan Saluran

Di negara-negara berkembang, dimana sumber daya bahan-bahan, perlengkapan, dan dananya terbatas, pemilihan bahan pipa perlu diperhitungkan dengan cermat. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

1. Keadaan lapangan, drainase, topografi, tanah, kemiringan, dan sebagainya.
2. Sifat aliran dalam pipa, koefisien geseran.
3. Umur pakai yang diharapkan.
4. Tahan gesekan, asam, alkali, gas dan pelarut.
5. Mudah penanganan dan pemasangannya.
6. Kekuatan struktur dan tahan terhadap korosi tanah.
7. Jenis sambungan dan kemudahan pemasangannya, mudah didapat atau tersedia di pasaran.

8. Tersedianya bahan, adanya pabrik pembuatan dan perlengkapannya.
9. Tersedianya pekerja terampil.

Dalam penyaluran air buangan ada beberapa bahan pipa yang biasa digunakan, yaitu:

- a) Pipa tanah liat (*clay pipe*)
- b) Pipa beton (*concrete pipe*)
- c) Pipa asbes (*asbestos cement pipe*)
- d) Pipa besi (*cast ductile iron*)
- e) Pipa HDPE (*High Density Polyethilen*)
- f) Pipa UPVC (*polyvinil chlorida*)

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan pipa adalah: umur pipa, kemudahan pelaksanaan, variasi ukuran, suku cadang, kedap air, daya tahan terhadap zat kimia dan korosi, daya tahan terhadap penggerusan, daya tahan terhadap beban, fleksibilitas terhadap pergeseran tanah atau gangguan alam seperti gempa bumi.

Tabel 3.2

Perbandingan Bahan Saluran

Bahan	Diameter (inch)	Panjang (m)	Standar	Korosif Erosi	Kekuatan	Jenis Sambungan
<i>Reinforced Concrete</i>	12-144	1.2-7.4	ASTM C76	Tidak tahan	Kuat	<i>Bell spigot ,cement mortar, rubber</i>
Tanah Liat	4-48	1-2	ASTM C700	Tahan	Mudah pecah	<i>Mortar,rubber gasket</i>
Pipa Asbes	4-42		AWWA C400	Tidak tahan	kuat	<i>Collar,rubber ring</i>
Cast Iron	2-48	6.1	AWWA C100	Tidak tahan	Sangat kuat	<i>Bell spigot Flanged mechanical,groove coupled,rubber ring, bell,dan socket</i>
Pipa Baja	8-252	1.2-4.6	AWWA C200	Tidak tahan	Kuat	<i>Bell spigot, ball socket/flange mechanical, groove coupled</i>
UPVC	4-15	3,2	ASTM D302	tahan	Cukup	<i>Fleksibel Rubber ,gasket,</i>
HDPE	6-36	6.3	ASTM D3212	tahan	kuat	<i>Rubber gasket,soil tight,Lok tight bell,coupler</i>

(Sumber : Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering, 1981).

3.2.6. Bangunan Pelengkap

A. *Manhole*.

Kegunaan dari bangunan *Manhole* adalah untuk memeriksa, memelihara dan memperbaiki saluran. Dalam penempatan bangunan *manhole* haruslah memperhatikan beberapa hal sesuai fungsinya. Adapun tempat-tempat yang memerlukan *manhole* antara lain :

- Pertemuan saluran
- Tempat terjadinya pertemuan saluran
- Perubahan diameter
- Perubahan kemiringan saluran.

Macam-macam *Manhole* :

- *Manhole* lurus
- *Manhole* belokan
- *Drop Manhole*, digunakan bila beda tinggi antara dua saluran atau lebih, terletak > 0.5 m pada saluran yang akan memotong kemiringan medan.

Bentuk dan dimensi *Manhole*

1. Bentuk persegi panjang/bujur sangkar

Digunakan bila:

- a) Kedalaman kecil (75 – 90) cm.
- b) Beban yang diterima kecil.

c) Pada bangunan siphon.

d) Dimensi : 60 cm x 75 cm dan 75 cm x 75 cm

(Tidak memerlukan tangga, karena pengoperasiannya cukup dari permukaan tanah.)

2. Bentuk bulat

Digunakan bila:

a) Beban yang diterima besar, baik vertikal maupun horisontal.

b) Kedalaman besar.

Syarat utama diameter *manhole* adalah mudah dimasuki oleh pekerja bila akan dilakukan pemeliharaan saluran, diameter *manhole* bervariasi sesuai kedalaman *manhole*.

Tabel 3.3 Diameter Manhole

Kedalaman (m)	Diameter (m)
< 0,8	0,75
0,8 - 2,5	1,00 - 1,20
>2,5	1,20 - 1,80

(Sumber : Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 1981).

B. Terminal Clean Out

Bangunan terminal *clean out* berfungsi:

- 1) Untuk memasukkan alat pembersih pada ujung awal pipa service/lateral atau sebagai tempat pemasukan air penggelontor sewaktu diperlukan.
- 2) Tempat memasukkan alat penerangan sewaktu dilakukan pemeriksaan.
- 3) Membantu melangsungkan sirkulasi udara (sebagai alat ventilasi).
- 4) Menunjang kerja *manhole* dan membangun penggelontor.

Peletakannya:

- a. Pada ujung awal saluran.
- b. Dekat dengan '*fire hidrant*' guna memudahkan operasi penggelontoran.
- c. Pada jarak (45,72 – 60,96) m dari manhole.
- d. Jarak antara terminal *clean out* (76,2 – 91,44) m.

Ukuran pipa terminal *clean out* sama dengan diameter pipa air buangan, namun untuk menghemat biaya digunakan pipa tegak berdiameter 8".

C. Bangunan penggelontor

- Fungsi Bangunan Penggelontor

Bangunan penggelontor merupakan sarana dalam sistem penyaluran air buangan yang berfungsi untuk:

- 1) Mencegah pengendapan kotoran dalam saluran.

- 2) Mencegah pembusukan kotoran dalam saluran.
- 3) Menjaga kedalaman air pada saluran agar selalu mencapai ketinggian berenang.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan penggelontor, yaitu:

- a) Air penggelontor harus bersih, tidak mengandung lumpur atau pasir, dan tidak asam, basa atau asin.
 - b) Air penggelontor tidak boleh mengotori saluran. Untuk bangunan penggelontoran pada sistem penyaluran air buangan Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang sumber air penggelontor akan diambil dari saluran pipa PDAM, selain kontinuitasnya, kebersihannya pun terjamin.
- Jenis Penggelontor

Menurut kesinambungannya penggelontor dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Sistem kontinyu

Penggelontor dengan sistem kontinyu dilakukan terus-menerus dengan debit konstan, dalam perencanaan dimensi saluran, tambahan debit air buangan dari penggelontoran harus diperhitungkan.

Keuntungan dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Kedalaman renang selalu tercapai dan kecepatan aliran dapat diatur, syarat pengaliran dapat terpenuhi.
- b. Tidak memerlukan bangunan penggelontoran di sepanjang jalur pipa, cukup beberapa bangunan pada awal saluran atau dapat berupa terminal *clean out* yang dihubungkan dengan pipa transmisi air penggelontor.
- c. Terjadi pengenceran.
- d. Kemungkinan tersumbat kecil.
- e. Pengoperasiannya mudah.

Kerugian dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Debit penggelontoran yang konstan memerlukan dimensi saluran yang lebih besar.
- b. Terjadi penambahan beban hidrolis pada BPAB.
- c. Jika sumber airnya dari PDAM maka diperlukan unit tambahan.
- d. Jika sumber airnya dari sungai maka memungkinkan pengendapan bila tidak diolah terlebih dahulu.

2) Sistem periodik

Penggelontor dengan sistem periodik dilakukan secara berkala/periodik pada kondisi aliran minimum. Penggelontoran dengan sistem periodik paling sedikit dilakukan sekali dalam sehari.

Keuntungan dari sistem periodik, yaitu:

- a. Penggelontoran dapat diatur sewaktu diperlukan.
- b. Debit air penggelontor sesuai kebutuhan.
- c. Dimensi saluran relatif tidak besar karena debit penggelontor tidak diperhitungkan.
- d. Pada penggunaan air bersih sebagai penggelontor relatif ekonomis.
- e. Pertambahan debit dari penggelontor tidak mempengaruhi besar kapasitas unit pengolahan.

Kerugian dari sistem periodik, yaitu:

- a. Ada kemungkinan saluran tersumbat oleh kotoran yang tertinggal.
- b. Unit bangunan penggelontor lebih banyak di sepanjang saluran.
- c. Memerlukan keahlian dalam pengoperasian.

Volume air penggelontorannya tergantung pada:

1. Diameter saluran yang digelontor.
2. Panjang pipa yang digelontor.
3. Kedalaman minimum aliran pada pipa yang digelontor.

- Alternatif Sumber Air Penggelontor

1) Alternatif 1: Air tanah

Persyaratan:

1. Kapasitas yang tersedia memadai khususnya pada musim kering.

2. Bukan jenis air tanah payau.
3. Kedalamannya berkisar antara 2 – 4 m.

Keuntungan: kualitasnya sangat baik.

Kerugian:

1. Membutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasian alat-alat, misalnya: pompa.
2. Dari segi ekonomis, membutuhkan biaya untuk konstruksi dan pemeliharaan.

2) Alternatif 2: Air sungai

Persyaratan:

1. Debit air sungai pada musim kering memadai.
2. Jumlah sungai yang mengalir di dalam kota banyak.

Keuntungan: Tidak memerlukan perawatan yang intensif.

Kerugian:

1. Kandungan lumpur di musim hujan relatif tinggi.
2. Diperlukan bangunan penangkap dan instalasi pemompaan.

Alternatif ini akan sangat mahal untuk membangun intake dan instalasi pemompaan selain ini fluktuasi kualitas dan kuantitas air sungai antara musim hujan dan musim kemarau sangat besar akan menyulitkan

operasi. Kandungan lumpur yang tinggi akan sangat mengganggu operasional.

3) Alternatif 3: Air dari PDAM

Persyaratan: Tersedia air yang cukup dari PDAM untuk kebutuhan penggelontoran.

Keuntungan: Kontinuitas, kuantitas dan kualitas air terjamin.

Kerugian:

1. Area pelayanan PDAM masih terbatas, tidak bisa diterapkan untuk daerah yang belum dilayani PDAM karena akan sangat mahal.
2. Dibutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasiannya.

D. Peletakan Pipa

Demi praktisnya dalam pemasangan dan pemeliharaan saluran, maka hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penempatan dan pemasangan pipa/saluran di bawah tanah adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis jalan yang akan dilalui/tempat saluran ditanam, mengingat gaya berat yang mempengaruhi.
- 2) Pengaruh bangunan-bangunan yang ada, mengingat pondasi dan gaya yang berpengaruh.
- 3) Jenis tanah yang akan ditanami pipa.

- 4) Adanya saluran-saluran lain seperti saluran air minum, saluran gas, saluran listrik. Jika saluran-saluran itu terlintasi, maka saluran air buangan ditempatkan di bawahnya.
- 5) Ketebalan tanah urugan dan kedalaman pipa dari muka tanah, harus disesuaikan dengan diameter saluran (minimum 1,20 m dan maksimum 7 m) untuk pipa lateral/induk. (Sumber : KRT. Tjokrokusumo, 1999)

Untuk saluran umum (*Public Sewer*), dimulai dari saluran lateral ditempatkan pada:

- a) Tepi jalan, sebaiknya dibawah trotoar atau tanggul jalan. Ini mengingat kemungkinan dilakukan penggalian dikemudian hari untuk perbaikan.
- b) Di bawah (di tengah jalan) bila jalan tidak lebar dan bila di bagian kiri dan kanan jalan terdapat jumlah rumah atau bangunan yang hampir sama banyaknya.
- c) Bila penerimaan air kotor dari kanan dan kiri tidak sama, dapat dipasang di tepi jalan, di bagian mana yang paling banyak sambungannya (paling banyak rumah-rumahnya).
- d) Jalan-jalan yang mempunyai jumlah rumah/bangunan sama banyak di kedua sisinya dan mempunyai elevasi lebih tinggi dari jalan, maka penempatan pipa bisa diletakkan di tengah jalan.
- e) Saluran pipa dapat diletakkan disebelah kiri dan disebelah kanan jalan jika di sebelah sisi kiri dan kanan jalan terdapat banyak sekali rumah/bangunan.

Jalan-jalan dengan rumah/bangunan di sisi lainnya, maka penanaman saluran diletakkan pada sisi sebelah jalan dimana terdapat elevasi yang lebih tinggi.

(Sumber : KRT.Tjoktokusumo, 1999)

3.3. Decentralized Wastewater Treatment System (DEWATS)

3.3.1 Teknik Pengolahan Limbah Sistem DEWATS

Pengolahan pada dasarnya merupakan proses stabilisasi polutan melalui proses oksidasi, pemisahan bahan padatan (*solid*), serta penghilangan zat-zat beracun atau berbahaya. Penerapan rancang bangun DEWATS didasarkan pada prinsip perawatan yang sederhana berbiaya rendah/murah, karena bagian paling penting dari sistem ini beroperasi tanpa memerlukan input energi serta tidak dapat dimatikan dan dihidupkan dengan tiba-tiba.

Dezentralized WasteWater Treatment Sistem merupakan teknologi dengan biaya terjangkau/murah, karena sebagian besar bahan / input tersedia di lokasi setempat. Kelebihan dari sistem DEWATS adalah :

- Sistem DEWATS dapat mengolah limbah dengan kapasitas aliran 1-500 m³ / hari
- Dapat diandalkan bangunanya tahan lama, dan toleran terhadap *fluktuasi* masukan limbah.
- Sistem DEWATS tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit.

3.3.2 Sistem Pengolahan DEWATS

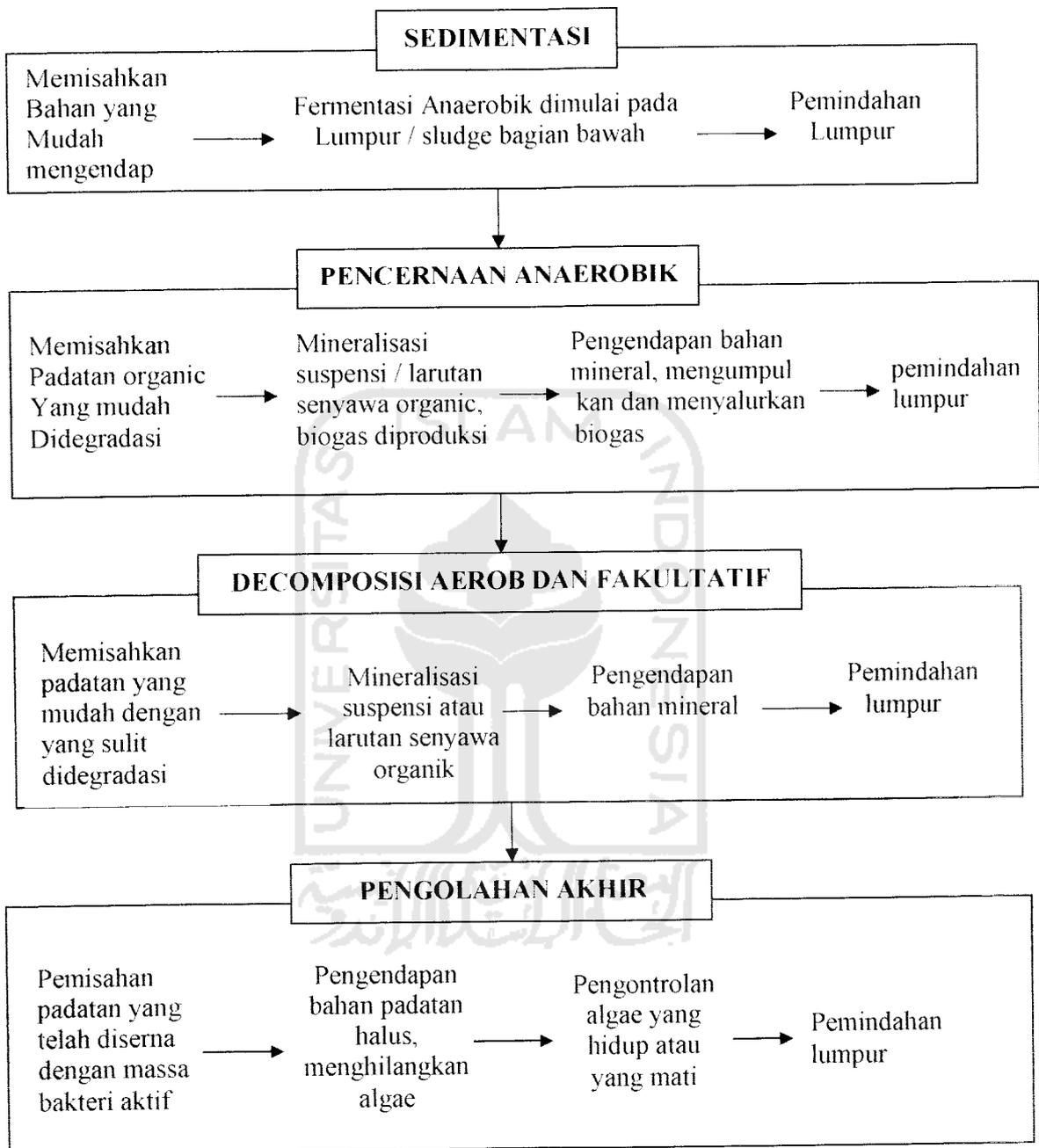
Aplikasi DEWATS berdasarkan pada sistem pengolahan sebagai berikut :

1. Pengolahan *Primer* dan *Sedimentasi* dengan sistem *Septik tank*
2. Pengolahan *Sekunder*, *anaerob* dengan *Fixed bed reactor* atau *haffle reactor*
3. Pengolahan *Tersier*, *aerob anaerob* pada sistem *filter* aliran bawah tanah.
4. Pengolahan *tersier*, *aerob anaerob* dengan sistem kolam.

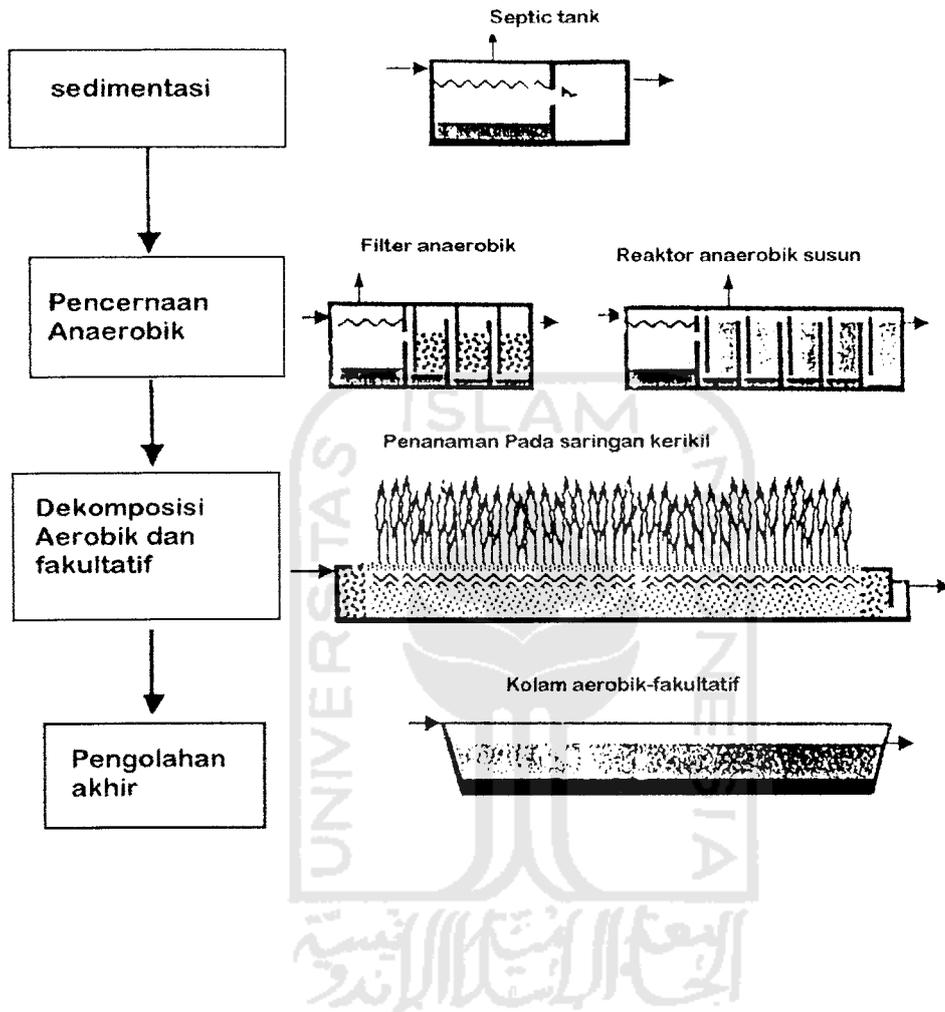
DEWATS didesain sedemikian rupa sehingga air yang diolah memenuhi baku mutu sesuai yang dipersyaratkan oleh pemerintah.

Dibawah ini dapat dilihat cara kerja pengolahan air limbah DEWATS :





Gambar 1. Bagan alir Pengolahan Air Limbah DEWATS



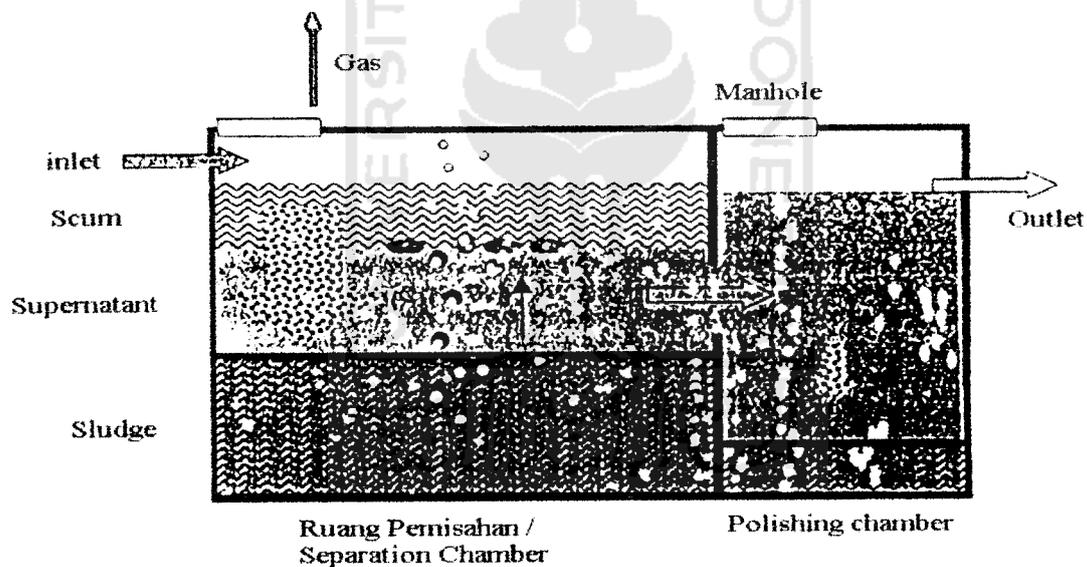
Gambar 3.2. Sistem pengolahan air limbah DEWATS

a. Septick tank

Septick tank adalah sistem pengolahan limbah setempat dalam skala kecil yang amat lazim digunakan didunia. Pada dasarnya proses yang terjadi pada septicktank adalah

sedimentasi. (pengendapan) dan dilanjutkan dengan *stabilisasi* dari bahan-bahan yang diendapkan tersebut lewat proses *anaerobic*.

Kelebihan *septic tank* adalah murah, konstruksinya mudah-sederhana dan dengan pengoperasian yang baik umur teknisnya bias amat panjang. Demikian juga tempat yang dibutuhkan relatife kecil dan biasanya dibawah permukaan tanah (*underground*). Sedangkan kelemahan *septic tank* adalah efisisensi pengolahannya (*treatment efficiency*) yang relatife rendah dan keluaran (*effluent*) yang dihasilkannya masih berbau, karena masih mengandung bahan yang belum terdekomposisi secara sempurna. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.3. *Septick tank*. (Sasse, 1998)

Karakteristik *Septic tank* :

- Jenis pengolahan : *Sedimentasi, stabilisasi Lumpur*, penurunan COD 20-50 %
- Macam air Limbah : Domestik dan lainnya yang disertai pengendapan padatan

- Kelebihan : Sederhana, tahan lama, dibawah permukaan tanah, kebutuhan lahan $0,5 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ air limbah harian
- Kelemahan : Hanya untuk pengolahan awal, keluaran masih berbau.

Septick tank minimum terdiri dari 2 ruang (*chamber*). Pada ruang pertama (*treatment chamber 1*) berkisar antara 50%-70% dari total volume desain, karena sebagian besar dari Lumpur/*sludge* dan *scum* akan terjadi diruang ini.

Didalam ruang pertama air limbah yang masuk akan menjadi 3 bagian, yaitu :

- Lumpur/*sludge* yang mengendap pada bagian bawah, untuk selanjutnya Lumpur ini akan terurai lewat proses *anaerobic*.
- *Supernatant*, adalah cairan yang telah berkurang unsur padatnya, untuk selanjutnya akan mengalir keruang *chamber 2*.
- *Scum*, merupakan bahan yang lebih ringan, dari pada minyak, lemak, dan bahan ikutan lainnya. *Scum* ini bertambah lama bertambah tebal, karena itu sebenarnya tidak mengganggu reaksi yang terjadi selama proses pengolahan, tetapi apabila terlalu tebal akan memerlukan tempat hingga kapasitas *treatment* berkurang.

Sedangkan pada ruang kedua (dan seterusnya) yang terjadi adalah :

- Endapan Lumpur/*sludge*, khususnya partikel yang tidak terendapkan pada ruang pertama.
- *Supernatan* yang selanjutnya menjadi *inflow* bagi konstruksi selanjutnya (*baffle reactor* atau *anaerobic filter*)

Prinsip dua pengolahan tersebut (*sedimentasi* dan *stabilisasi*) adalah pengolahan mekanik dengan pengendapan dan pengolahan biologi dengan kontak antara limbah baru dan limbah Lumpur aktif didalam *septic tank*. Pengendapan optimal terjadi ketika aliran tenang dan tidak terganggu. Pengolahan biologi dioptimalkan oleh percepatan dan kontak intensif antara aliran baru dan Lumpur lama, apalagi bila aliran mengalami *turbulen*.

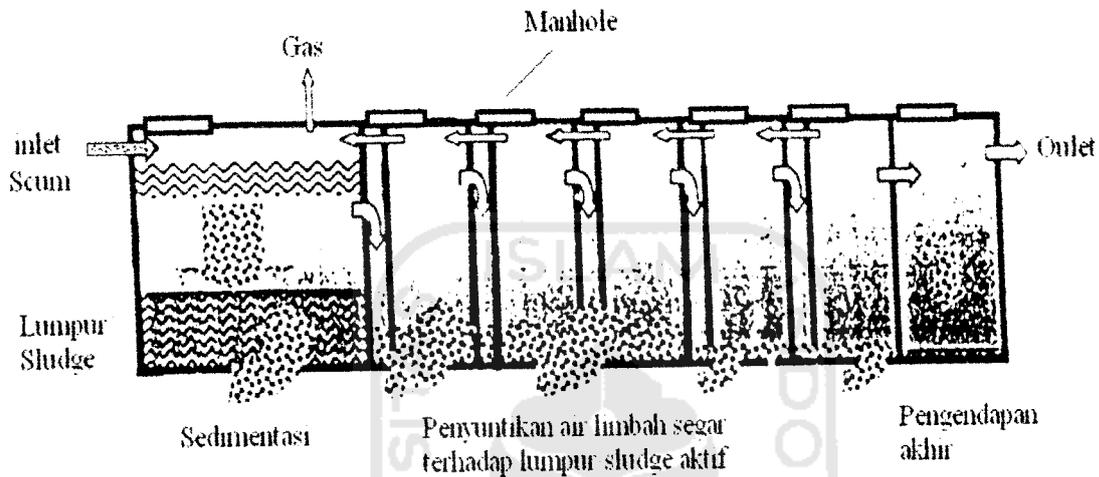
Dengan aliran yang tenang dan tidak terganggu, *supernatant* (cairan yang telah berkurang unsur padatnya) yang tertinggal di *septic tank* lebih segar dan baunya tidak terlalu menyengat, yang menunjukkan bahwa penguraian belum berlangsung. Dengan aliran *turbulen*, penguraian larutan dan penghancuran pada zat padat berlangsung cepat dikarenakan adanya kontak intensif antara limbah segar dan yang sudah aktif. Meski demikian, ketenangan untuk pengendapan tidak mencukupi, sehingga padatan terlarut yang berlebih akan keluar oleh aliran turbulen. Buangan tersebut berbau karena padatan aktif dalam bak belum terfermentasi secara sempurna. (Ibnu Singgih,2002)

b. *Septick tank susun (Anaerobic Baffled Reactor)*

Septick tank susun (yang juga dikenal dengan *baffle septic tank* atau *baffle reactor*) bukan sekedar *septic tank* yang ditambah kotak chambernya. Karena prosese yang terjadi didalam *septic tank* susun adalah berbagai ragam kombinasi proses *anaerobic* hingga hasil akhirnya lebih baik, proses-proses tersebut adalah :

- *Sedimentasi* padatan
- Pencernaan *anaerobic* larutan padatan melalui kontak dengan Lumpur/*sludge*

- Pencernaan *anaerobic* (*fermentasi*) Lumpur/sludge bagian bawah.
- *Sedimentasi* bahan mineral (*stabilisasi*)



Gambar 3.4. *Septic tank susun* (Sasse, 1998)

Karakteristik *Baffle Reaktor*

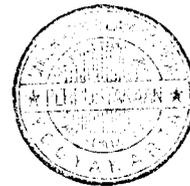
- Jenis pengolahan : *Degradasi anaerobic*, penurunan COD 60-90 %
- Macam air limbah : Air limbah domestic dan air limbah industri dengan rasio COD/BOD kecil
- Kelebihan : Sederhana, handal, tahan lama, efisiensi tinggi, dibawah permukaan bawah tanah, kebutuhan lahan $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$

- Kelemahan : Butuh ruangan yang besar selama konstruksi, kurang efisien untuk limbah yang ringan, butuh waktu yang panjang untuk pemasakan /pencernaan.

Pada ruang pertama *Baffle Reaktor*, proses yang terjadi adalah proses *settling*/pengendapan (sama seperti yang terjadi pada *septic tank*). Pada ruang selanjutnya proses penguraian karena kontak antara limbah dengan akumulasi *microorganism*. *Baffle Reaktor* yang baik mempunyai minimum 4 *chamber*.

Faktor penting yang harus benar-benar diperhatikan dalam desain adalah waktu kontak yang ditunjukkan dengan kecepatan aliran keatas (*uplift* atau *upstream velocity*) didalam *chamber* no 2 – 5. Bila terlampau cepat maka proses penguraian tidak terjadi dengan semestinya dan malah bangunan yang kita buat percuma saja. Kecepatan aliran *uplift* jangan lebih dari 2 m/jam

Untuk keperluan desain HRT tertentu *uplift velocity* ini tergantung dari luas penampang (panjang dan lebar). Dalam hal ini faktor tinggi (kedalaman *chamber*) tidak berpengaruh atau tidak berfungsi sebagai variable dalam desain. Konsekuensinya model bak yang dibutuhkan adalah yang penampangnya luas tapi dangkal. Karena itu sistem ini relative membutuhkan lahan yang luas hingga kurang ekonomis untuk unit besar. Tetapi unit kecil dan menengah *baffle septic tank* cukup ideal. Lebih-lebih *fluktuasi*/goncangan *hydraulic* dan *organic load* tidak begitu mempengaruhi untuk kerja sistem ini.



Variable desain berikutnya adalah hubungan antara panjang (L) dengan tinggi (h). agar limbah yang masuk terdistribusi secara merata maka dianjurkan L antara $0.5 - 0.6$ dari h . Dengan demikian meskipun h tidak ada pengaruhnya terhadap *uplift velocity*, tetapi rasio antara h dan L perlu diperhatikan agar distribusi limbah bisa merata dan kontak dengan microorganismenya efisien. Variable desain yang lain adalah HRT (*Hydraulic Retention Time*) pada bagian cair (diatas Lumpur) pada *baffle reactor* minimum harus 8 jam.

Baffle reactor cocok untuk banyak macam limbah cair termasuk limbah domestic. Efisiensinya cukup besar pada beban organiknya yang tinggi. Efisiensi pengurangan COD dalam pengolahan antara $65\%-90\%$, sedang BOD-nya antara $70\%-95\%$. Namun perlu dicatat bahwa proses pembusukan memerlukan waktu sekitar 3 bulan.

Lumpur harus dikuras secara rutin seperti halnya pada *septic tank*. Sebaiknya sebagian Lumpur selalu harus disisakan untuk kesinambungan efisiensinya. Sebagai catatan bahwa jumlah Lumpur dibagian depan *digester* lebih banyak daripada dibagian belakang.

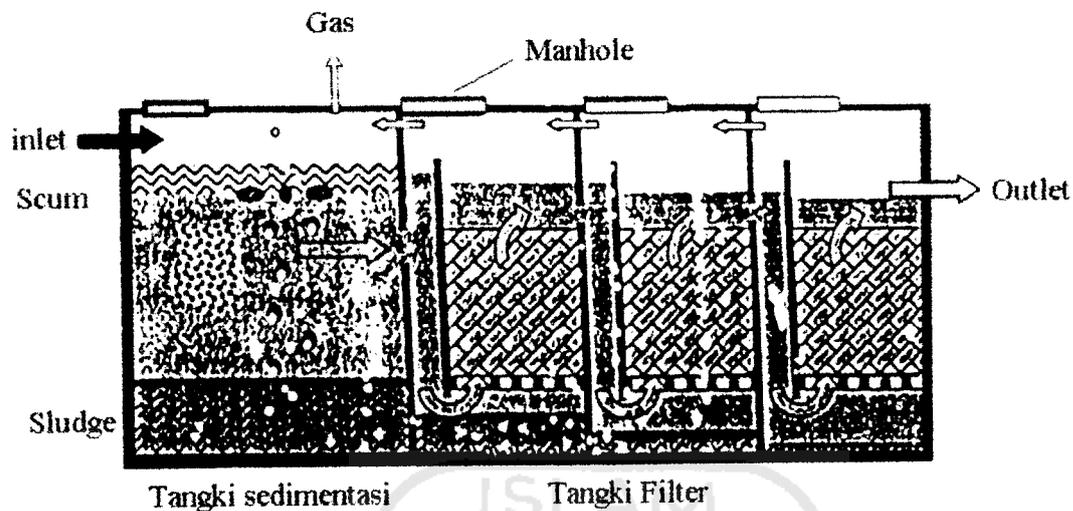
Hal yang perlu diperhatikan pada tahap permulaan penerapan *Baffle Reaktor* bahwa, efisiensi pengolahan tergantung pada perkembangan biakan bakteri aktif. Pencampuran limbah baru dengan Lumpur lama dari septic tank mempercepat pencapaian kinerja pengolahan yang optimal. Pada prinsipnya lebih baik mulai mengisi limbah dengan seperempat aliran harian dan bila memungkinkan dengan limbah cair yang sedikit lebih keras. Selanjutnya pengisian dinaikan secara perlahan setelah tiga bulan. Hal tersebut akan

memberi kesempatan yang cukup bagi bakteri untuk berkembang biak sebelum padatan tersuspensi keluar. Berawal dengan beban hidrolis penuh akan menunda proses pembusukan.

Meskipun interval pengurasan secara reguler diperlukan, hal penting yang perlu dijaga bahwa sebagian Lumpur aktif harus disisakan dalam ruangan untuk menjaga proses pengolahan secara stabil. (Ludwig Sasse,1998)

c. Filter Anaerobik (Fixed Bed/Fixed film Reaktor)

Filter anaerobic menggunakan prinsip yang berbeda dengan *septic tank*, karena sistem ini justru diharapkan untuk memproses bahan-bahan yang tidak terendapkan dan bahan padat terlarut (*dissolved solid*) dengan cara mengontakan dengan surplus bakteri yang aktif. Bakteri tersebut bersama bakteri lapar akan menguraikan bahan *organic* terlarut (*dissolved organic*) dan bahan *organic* yang terdispersi (*dispersed organic*) yang ada dalam limbah. Sebagian besar bakteri tersebut tidak bergerak. Bakteri cenderung diam dan menempel pada partikel padat seperti pada dinding reaktor atau tempat lain yang permukaannya bias digunakan sebagai tempat tempelan. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.5. *Filter Anaerobic* (Sasse, 1998)

Karakteristik *Filter Anaerobic*.

- Jenis Pengolahan : *Degradasi anaerobic* bahan padatan terlarut & tersuspensi, penurunan COD 65%-85%
- Macam air limbah : Air limbah domestic dan air limbah industri dengan rasio COD/BOD kecil.
- Kelebihannya : sederhana dan tahan lama, efisiensi pengolahan tinggi, bawah Tanah, kebutuhan lahan : $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$.
- Kelemahan : ada kemungkinan tersumbat, keluaran sedikit berbau.

Bahkan *filter* yang dimaksud adalah media dimana bakteri dapat menempel dan air limbah dapat mengalir / melalui diantaranya. Selama aliran ini kandungan organik akan

diuraikan oleh berbagai bakteri dan hasilnya adalah pengurangan kandungan organik pada *effluent*.

Penggunaan media bisa bermacam-macam tetapi pada prinsipnya lebih luas permukaan akan lebih baik fungsinya. Materi *filter* seperti kerikil, batu, batu bara atau kepingan plastik yang berbentuk khusus menyediakan area permukaan tambahan untuk tempat tinggal bakteri. Jadi limbah cair yang baru diperiksa untuk bersinggungan dengan bakteri aktif secara intensif. Semakin luas permukaan untuk pembiakan bakteri, semakin cepat untuk penguraiannya. Media yang baik luas permukaannya (*surface area*) kira-kira 90 – 300 m² per m³ *volume* yang ditempatinya.

Permukaan media yang kasar (seperti pada batuan vulkanik – basalt) pada tahap permulaan setidaknya bisa menyediakan area yang lebih besar. Selanjutnya selaput atau “film” bakteri yang tumbuh pada media *filter* tersebut dengan cepat menutup lubang-lubang yang lebih kecil pada permukaan media (batu) yang kasar tadi. Total permukaan *filter* seperti ini menjadi kurang penting untuk pengolahan dari pada kemampuan fisiknya untuk menahan partikel pada bakteri tersebut.

Selaput bakteri harus diambil bila sudah terlalu tebal. Pengambilan bisa dilakukan dengan mengguyur balik air limbah atau dengan mengangkat massa filter untuk dibersihkan di luar *reactor*. Namun *filter anaerob* sangat dapat diandalkan dan kuat.

Penurunan *efisiensi* pengolahan merupakan indikator penyumbatan pada beberapa bagian. Penyumbatan terjadi ketika limbah cair mengalir hanya melalui beberapa pori yang

terbuka, akibatnya aliran kecepatan tinggi akan menghanyutkan bakteri. Hasil akhir adalah penurunan waktu pembusukan dengan sedikit banyak rongga yang terbuka.

Pengolahan dengan menggunakan *anaerobik filter* yang dioperasikan dengan baik bisa menurunkan nilai BOD antara 70 % - 90 % kualitas ini sesuai untuk limbah cair domestik dan semua limbah cair industri yang memiliki kandungan padatan tersuspensi (TSS) yang rendah.

Filter anaerob bisa dioperasikan sebagai sistem aliran kebawah ataupun aliran keatas. Sistem aliran keatas biasanya lebih disukai kerana resiko bakteri yang masih aktif hanyut lebih sedikit. Disisi lain pembilasan *filter* untuk membersihkannya lebih mudah dengan sistem aliran kebawah. Kombinasi ruang aliran keatas dan aliran kebawah juga dimungkinkan. Kriteria penting dalam design adalah distribusi limbah cair merata pada area *filter*.

Lubang aliran kebawah dengan lebar penuh lebih disukai daripada pipa aliran kebawah. Ruang *filter* sebaiknya tidak lebih panjang daripada kedalaman air. *Volkanik-basalt* (diameter 5 sampai 15 cm) atau batu kali (diameter 5 sampai 10 cm) yang diletakan pada plat beton berlubang. *Filter* dimulai dengan lapisan batuan besar pada bagian bawah. Plat tersebut bertumpu pada balok kurang lebih 50 sampai 60 cm diatas dasar bak yang paralel dengan arah aliran. Pipa berdiameter setidaknya 15 cm atau lebih besar dari lubang kebawah memungkinkan pengambilan lumpur pada bagian dasar dengan

bantuan pompa dari atas. Bila bak pengurasan lumpur ditempatkan disamping *filter* , memungkinkan lumpur bisa diambil dengan pipa tekanan *hidrolik*.

HTR (*Hidrolic Retention Time*) pada *anaerob filter* berkisar 1 – 2 hari (24 – 18 jam) angka ini merupakan patokan umum mengingat proses *degradasi* pada proses *anaerobik* lebih lambat dibandingkan proses *aerobik*.

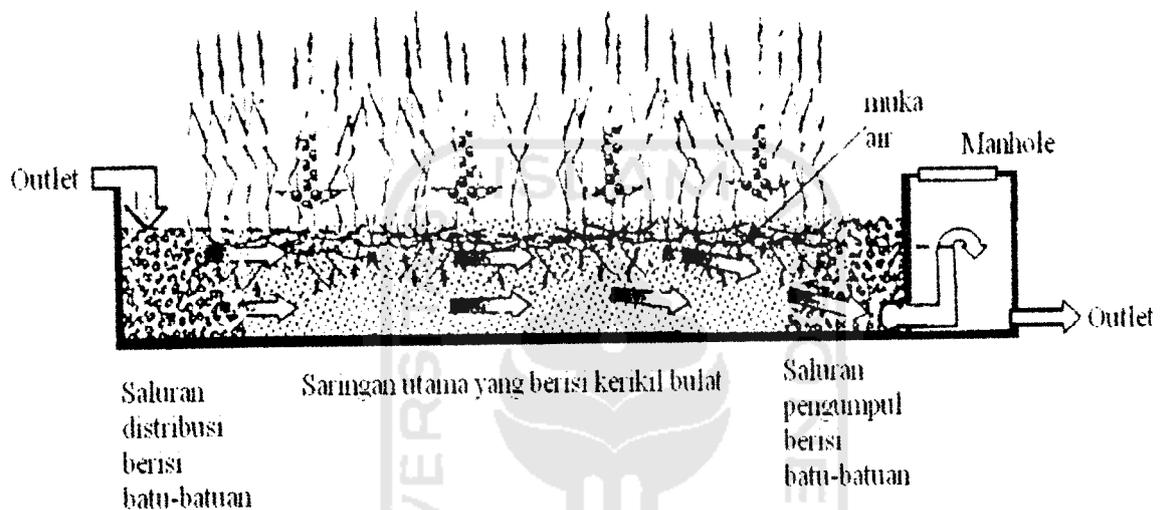
Pada tahap permulaan penerapan *anaerobik filter*. Kerena proses pengolahan tergantung dari surplus massa aktif bakteri. Lumpur aktif (misalnya dari *saptic tank*) sebaiknya disemprotkan pada bahan *filter* sebelum penerapan *anaerobik filter* dimulai. Bila memungkinkan, pelaksanaan dimulai dengan seperempat aliran harian, baru kemudian batas aliran ditingkatkan secara perlahan selama tiga bulan. Dalam prakteknya, kemungkinan besar sistem tersebut baru berfungsi secara optimal antara enam sampai sembilan bulan kemudian.

d. Filter Kerikil Horizontal

Filter kerikil horizontal bawah permukaan tanah juga disebut sebagai *Subsurface Flow Wetlands* (SSF), *Constructed Wetlands* atau *Root Zone Treatment Plants*. Limbah cair yang akan diolah dengan *filter* ini harus melalui pengolahan lebih dahulu terutama sehubungan dengan padatan tersuspensi, kerana berbagai pengalaman menunjukkan bahwa masalah terbesar pada *filter* ini adalah masalah penyumbatan.

Prinsip kerikil horizontal adalah dimungkinkan ketersediaan *oksigen* yang berkesinambungan pada bagian lapisan atas, demikian juga pada bagian bawah perakaran

yang merupakan kondisi *anaerob-fakultatif* sehingga akan menyediakan lingkungan yang menguntungkan bagi kehidupan beragam bakteri. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.6. *Filter kerikil horizontal*. (Sasse, 1998)

Karakteristik *Filter Kerikil Horizontal*

- Jenis pengolahan : *Degradasi anaerobik - facultatif* padatan terlarut maupun padatan tersuspensi, penurunan COD 60 – 95 %
- Macam air limbah: Sesuai untuk pengolahan domestik dan limbah industri yang ringan
- Kelebihan : Tingkat efisiensi pengolahan yang tinggi dimungkinkan untuk memperindah pertamanan, air limbah tidak tampak di atas lahan.
- Kelemahan : Membutuhkan ruang yang luas, kebutuhan lahan $30\text{m}^2/\text{m}^3$ air limbah harian

Bahan *filter* sebaiknya menggunakan kerikil yang serupa dan berbentuk bulat berukuran 6 – 12 mm atau 8 – 16 mm. konduktivitas bisa jadi hanya bernilai setengah saja apabila menggunakan *filter* dengan batu yang berujung patah dibandingkan dengan kerikil bundar, hal ini dikarenakan arus kisaran dalam pori *filter* yang berujung patah – patah (tidak bulat) berlangsung tidak beraturan.

Bak *filter* tidak lebih dalam daripada kedalaman dimana akar tanaman dapat tumbuh (30 – 60 cm) karena air cenderung mengalir lebih cepat dibawah bantalan akar yang yang lebat. Namun efisiensi pengolahan yang lebih baik umumnya berada di bagian 15 cm ke atas karena adanya *difusi oksigen* dari permukaan. Jadi *filter* dangkal lebih efektif dibandingkan dengan *filter* yang lebih dalam, untuk kondisi volume yang sama.

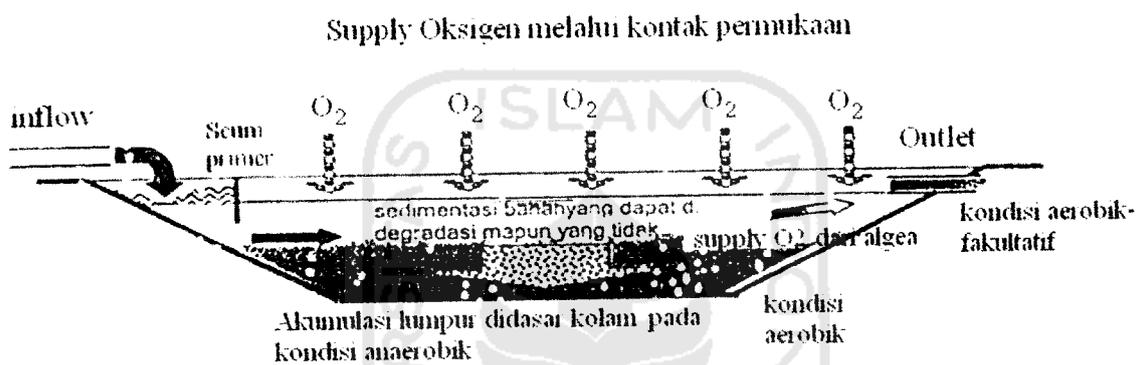
Tanaman pada *filter* tersebut biasanya tidak dipanen. *Phragmites australis* (glagah asu) dianggap sebagai tanaman yang paling baik kerana akarnya membentuk *rimpang rizoma horizontal* yang menjamin bak *filter* daerah akar yang sempurna. Kemungkinan ada tanaman lain yang cocok dengan air limbah lain. Misalnya, *Typha angustifolia* (*cattails*) serta *scirpus lacustris* (*bull rush*) telah diketahui bisa menurunkan kadar *E.coli* air limbah. Hampir semua rumput rawa dan rumput air cocok untuk air limbah, tapi tidak semua memiliki akar menjorok atau akar yang dalam.

Beberapa ahli menyarankan jenis tanaman tertentu untuk meningkatkan kualitas pengolahan. Namun tanaman sepertinya berperan sebagai “*katalisator*” daripada menjadi “*aktor*” tanaman mengangkut *oksigen* melalui akar mereka kedalam tanah. Beberapa ilmuwan tidak sependapat bahwa *oksigen* berlebih juga disediakan untuk menciptakan lingkungan *aerob* sementara ilmuwan lain telah mengetahui bahwa jumlah *oksigen* yang ditransfer hanya sebanyak yang diperlukan tanaman untuk mengubah keperluan nutrisinya sendiri. (Ibnu singgih, 2002)

e. Kolam Oksidasi

Kolam adalah danau buatan. Proses yang terjadi didalam kolam sangat mirip dengan proses pengolahan secara alami. Kolam ini relatif dangkal (<1,0 m) yang berguna untuk mempertahankan kondisi *aerobic*. Di daerah dimana lahan relatif datar dan harganya murah, kolam oksidasi akan lebih ekonomis dibandingkan jenis penanganan *biologik* lainnya.

Bakteri dan ganggang merupakan *mikroorganisme* kunci dalam kolam *oksidasi*. *Bakteri heterotrofik* bertanggung jawab untuk *stabilisasi* bahan *organik* dalam kolam. Sebagian BOD yang masuk akan mengendap dan melangsungkan *fermentasi anaerobic* dalam lumpur dibagian dasar. *Fermentasi* ini akan mengurangi volume lumpur bila suhu cukup sedangkan produk *fermentasi* dilepaskan kelapisan cairan. (Ibnu singgih, 2002)



Gambar 3.7. Kolam Oksidasi (Sasse, 1998)

Karakteristik Kolam Oksidasi :

- Jenis pengolahan : *Degradasi aerobic-fakultatif*, penurunan *pathogen*,
Penurunan COD 60 – 95 %
- Macam air limbah : Pengolahan awal limbah domestik dan industri (ringan)

Kelebihan : Konstruksi sederhana, handal sebagaimana desainnya,

Menghilangkan *mikroorganisme pathogen* dengan cepat, Dimungkinkan ternak ikan.

- Kelemahan : Butuh lahan yang luas : $25 \text{ m}^2/\text{m}^3$ limbah harian, nyamuk dan bau bisa mengganggu jika tanpa pengelolaan, ganggang bisa meningkatkan BOD.

Ketika limbah *organik* memasuki kolam dan dilepaskan dari dasar kolam lumpur *dimetabolisme* oleh bakteri, dan produk akhir seperti *karbon dioksida*, *ion ammonium*, *ion nitrat*, dan *ion fosfat* dapat digunakan untuk pertumbuhan ganggang. Energi matahari melengkapi energi untuk pertumbuhan ganggang.

Bila penurunan BOD merupakan tujuan utama dari suatu kolam *oksidasi* maka kolam harus dirancang untuk penghilangan *karbon* dengan *fermentasi metana* atau *konversi* bahan berkarbon menjadi ganggang dengan penghilangan sel ganggang dari *effluent*.

Bakteri bertanggung jawab untuk proses-proses *oksidasi* dari *reduksi* yang berlangsung dalam kolam. Ganggang memegang peranan dalam menggunakan kelebihan *karbon dioksida* dan menghasilkan *oksigen*. Penampilan kolam *oksidasi* yang memuaskan tergantung pada kesetimbangan antara bakteri dan ganggang. Aktifitas bakteri yang melebihi aktifitas ganggang, seperti yang disebabkan oleh muatan limbah yang tinggi atau hambatan oleh *metabolisme* ganggang, akan menyebabkan pemecahan *oksigen*, bau yang mengganggu, dan mutu *effluent* yang buruk. Aktifitas ganggang dan kondisi lingkungan yang mendukung pertumbuhan ganggang, atau menyebabkan kelebihan sel-sel ganggang dalam *effluent*.

Konsep bahwa limbah *organic* distabilkan atau dioksidasikan dalam kolam oksidasi hanya berlaku dalam arti limbah *organic* diubah menjadi bentuk *organic* yang lebih stabil yaitu sel-sel ganggang. Kolam *oksidasi* adalah *generator* bahan *organic* karena sel-sel ganggang diproduksi. Pencampuran, suhu dan *radiasi* merupakan faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan konsentrasi ganggang dalam *oksidasi* .(Ibnu Singih, 2002)

