

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Puskesmas

1. Pengertian Puskesmas

Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) adalah Suatu unit organisasi yang bergerak dalam bidang pelayanan kesehatan yang berada di garda terdepan dan mempunyai misi sebagai pusat pengembangan pelayanan kesehatan, yang melaksanakan pembinaan dan pelayanan kesehatan secara menyeluruh dan terpadu untuk masyarakat di suatu wilayah kerja tertentu yang telah ditentukan secara mandiri dalam menentukan kegiatan pelayanan namun tidak mencakup aspek pembiayaan. (Ilham Akhsanu Ridlo, 2008)

Pengertian puskesmas adalah suatu unit pelaksana fungsional yang berfungsi sebagai pusat pembangunan kesehatan, pusat pembinaan peran serta masyarakat dalam bidang kesehatan serta pusat pelayanan kesehatan tingkat pertama yang menyelenggarakan kegiatannya secara menyeluruh, terpadu yang berkesinambungan pada suatu masyarakat yang bertempat tinggal dalam suatu wilayah tertentu. (Azrul Azwar, 1996)

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 75 tahun 2014, Pusat /kesehatan Masyarakat atau Puskesmas adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat dan upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan upaya promotif dan preventif, untuk mencapai derajat kesehatan masyarakat yang

setinggi-tingginya di wilayah kerjanya. Puskesmas merupakan pelayanan tingkat pertama yang memiliki peranan penting dalam system kesehatan nasional khususnya subsistem upaya kesehatan

Tabel 2.1

Jumlah Dan Jenis Ruang Di Puskesmas

No.	Nama Ruang	Keterangan
Ruang Kantor		
1	Ruang administrasi kantor	
2	Ruang kapala Puskemas	
3	Ruang Rapat	Dapat digunakan untuk kegiatan lain dalam mendukung pelayanan kesehatan (ruang multifungsi)
Ruang Pelayanan		
4	Ruang pendaftaran dan rekam medic	
5	Ruang tunggu	
6	Ruang pemeriksaan umum	
7	Ruang kesehatan anak dan imunisasi	
8	Ruang kesehatan ibu dan KB	
9	Ruang kesehatan gigi dan	

	mulut	
10	Ruang ASI	
11	Ruang promosi Kesehatan	Dapat dipergunakan untuk konsultasi dan konseling
12	Ruang farmaasi	Sesuai dengan Standar Pelayanan Kefarmasian di Puskesmas Ruang penerimaan resep dapat digabungkan dengan ruang penyerahan obat dan dirancang agar tenaga kefarmasian dapat bertatap muka dengan pasien
13	KM/WC Petugas	Dikondisikan untuk dapat digunakan oleh penyandang disabilitas
14	Ruang jaga petugas	
15	Gudang umum	
Pendukung		
16	Rumah dinas tenaga Kesehatan	Rumah dinas merupakan rumah jabatan tenaga kesehatan dan berjumlah paling sedikit 2 unit
17	Parkir kendaraan roda 2 dan 4 serta garasi untuk ambulans dan puskesmas keliling	

Sumber, Lampiran Peraturan Menteri Kesehatan No.75 tahun 2014 tentang Pusat Kesehatan Masyarakat.

2. Limbah Puskesmas

Limbah Puskesmas adalah semua limbah baik yang berbentuk padat, cair, maupun gas yang berasal dari kegiatan puskesmas baik kegiatan medis maupun non medis yang kemungkinan besar mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif. Apabila tidak ditangani dengan baik limbah puskesmas dapat menimbulkan masalah baik dari aspek pelayanan maupun estetika. Selain dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan menjadi sumber penularan penyakit. Oleh karena itu, pengelolaan limbah puskesmas perlu mendapat perhatian yang serius dan memadai agar dampak negative yang terjadi dapat dihindari atau dikurangi.

Menurut Budiman Candra (2007), limbah yang dihasilkan puskesmas dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

a. Limbah medis terdiri dari

1) Limbah padat medis

Limbah Padat Medis adalah limbah yang langsung dihasilkan dari tindakan diagnosis dan tindakan medis terhadap pasien. Termasuk dalam kegiatan tersebut juga kegiatan medis di ruang poliklinik, perawatan, bedah, kebidanan, otopsi, farmasi dan ruang laboratorium.

2) Limbah Cair Medis

Limbah Cair Medis adalah limbah cair yang mengandung zat beracun bahan-bahan kimia organik. Zat-zat organik yang berasal dari air bilasan ruang bedah/tindakan.

b. Limbah Padat Non Medis, terdiri dari

1) Limbah Padat Non Medis

Limbah padat non medis adalah semua limbah padat diluar limbah padat medis yang dihasilkan dari berbagai kegiatan, yaitu:

- a) Kantor dan administrasi
- b) Unit perlengkapan
- c) Ruang tunggu
- d) Unit gizi atau dapur
- e) Unit perlengkapan

2) Limbah Cair non medis

Limbah cair non medis merupakan limbah puskesmas yang berupa:

- a) Kotoran manusia seperti tinja dan air kemih yang berasal dari kloset dan perturasan di dalam toilet atau kamar mandi.
- b) Air bekas cucian yang berasal dari *lavatory*, *kitchen sink*, atau *floor drain* dari ruangan-ruangan di Puskesmas.

3. Sumber Limbah Puskesmas

Sumber Limbah Puskesmas meliputi:

- a. Limbah padat medis yaitu terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksin, limbah kimiai, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam tertinggi.
- b. Limbah padat non-medis yaitu berasal dari dapur, perkantoran, tanam dan halaman. (Depkes RI,2004 : 17)
- c. Limbah domestik cair yaitu berasal dari kamar mandi, dapur.

- d. Limbah cair klinis yaitu air limbah yang berasal dari kegiatan klinis puskesmas misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, air limbah laboratorium dan lainnya. Limbah cair rumah sakit umumnya berasal dari limbah buangan domestik maupun bangunan limbah klinis yang mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis. Sementara itu, untuk limbah cair yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat. (Wiku Adisasmito, Ph.D, 2009:144)
- e. Limbah gas berasal dari pembakaran seperti insenerator, dapur, perlengkapan generator, anestesi, dan pembuatan obat sitotoksi. (Depkes RI, 2004 : 17)

B. Air limbah

1. Pengertian air limbah

Menurut Azwar (1989), air limbah adalah air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat membahayakan kehidupan manusia atau hewan serta tumbuhan, merupakan kegiatan manusia seperti, limbah industri dan limbah rumah tangga.

Sedangkan menurut Notoatmodjo (2003), air limbah atau air buangan adalah sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya, dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu lingkungan hidup.

2. Sumber Air Limbah

Air limbah terbentuk dari hasil perbuatan manusia dengan segala aktifitasnya atau dengan adanya kemajuan teknologi industri. Sumber air limbah dapat di kelompokkan menjadi:

a. Air Limbah Rumah Tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat adalah dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah penting adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah rekreasi. Untuk daerah-daerah tertentu banyaknya air limbah diukur secara langsung.

b. Air limbah industri

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari industry sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecinya industri, pengawan pada proses industry, derajat penggunaan air, derajat pengolahan air limbah yang ada. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang dihasilkan oleh industry yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar $50\text{m}^3/\text{Ha}/\text{hari}$. Sebagai patokan dapat dipergunakan pertimbangan bahwa 85-95% dari jumlah air yang dipergunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah.

Apabila industry tersebut memanfaatkan kembali air limbahnya, maka jumlahnya lebih kecil.

c. Air Limbah Rembesan Dan Tambahan

Apabila turun hujan di suatu daerah, maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk ke dalam saluran pengering atau saluran air hujan. Apabila saluran air limbah, dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar. (Sugiharto, 1987: 10-14)

d. Air Limbah Pelayanan Kesehatan

Sumber air limbah pada pelayanan kesehatan yaitu dari rawat inap, rawat jalan, rawat intensif, heamodialisa, bedah sentral, rawat isolasi, laboratorium klinik dan kimia, ruang dapur, ruang cuci (laundry), ruang pemrosesan sinar X, dan ruang radio-isotop. (Pedoman Teknis IPAL,2011)

C. Karakteristik Air Limbah

1. Karakteristik Fisika

Karakter fisika air limbah meliputi temperatur, bau, warna, dan padatan. Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diteprakan dalam skala-skala. Skala temperatur yang biasa digunakan adalah skala fahrenheit (F°) dan skala celcius (C°). Temperatur merupakan parameter yang penting dalam pengoprasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. Bau merupakan parameter subjektif. Pengukuran bau tergantung pada sensitivitas indera penciuman seseorang. Pada air limbah, warna biasanya disebabkan oleh kehadiran materi-materi *diissoled*, *suspended*, dan *senyawa-senyawa* koloid, yang dapat dilihat dari spectrum warna yang terjadi.

2. Karakteristik Kimia

Karakter kimia air limbah meliputi senyawa organik dan senyawa anorganik. Senyawa organik adalah karbon yang dikombinasikan dengan satu atau lebih elemen-elemen lain (O, N, P, H). Senyawa anorganik terdiri atas semua kombinasi elemen yang bukan tersusun atas karbon organik. Karbon anorganik dalam air limbah pada umumnya terdiri dari atas sand, grit, dan mineral-mineral, baik suspended maupun dissolved. Misalnya : klorida, ion hydrogen, nitrogen, fosfor, logam berat, dan asam. Gas yang terdapat dalam air limbah biasanya terdiri atas oksigen, nitrogen, karbondioksida, hidrogen, sulfida, amonia, dan metana.

3. Karakteristik Biologis

Mikroorganisme di ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi hampir dalam semua bentuk air limbah, biasanya dengan konsentrasi $10^5 - 10^8$ organisme/ml. Kebanyakan merupakan sel tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan (tumbuh, metabolisme dan reproduksi). Keberadaan bakteri dalam unit air limbah merupakan kunci efisiensi proses biologi. Bakteri juga berperan penting untuk mengevaluasi kualitas limbah. (Sakti A. Siregar, 2005 : 20-21).

D. Baku Mutu Air Limbah Puskesmas

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.2

Tabel Parameter Limbah Pelayanan Kesehatan

Parameter	Satuan	Kadar maksimal (mg/L)
Fisika		
Suhu	C°	38
Zat Padat Terlarut	mg/L	2000
Zat Padat tersuspensi	mg/L	200
Kimia		
pH	-	6-9
BOD ₅	mg/L	50
COD	mg/L	80
TSS	mg/L	30
Minyak dan lemak	mg/L	10
MBAS	mg/L	10
Amonia Nitrogen	mg/L	10
Total coliform	MPN/100 ml	5000

(Sumber : Lampiran Permen LH No.5 Tahun 2014)

E. Parameter Limbah Cair Pelayanan Kesehatan

1. Temperatur/Suhu

Temperatur menunjukkan derajat atau tingkat panas air limbah yang diterapkan dalam skala-skala. Skala temperature yang biasa digunakan adalah skala Fahrenheit (F°) dan skala celcius (C°). Temperatur merupakan parameter

yang penting dalam pengoprasian unit pengolahan limbah karena berpengaruh terhadap proses biologi dan fisika. (Sakti A.Siregar,2005 : 20)

2. pH

pH limbah cair adalah ukuran keasaman (*acidity*) atau kebasaan (*alkalinity*) limbah cair. pH menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan limbah cair secara konvensional. Secara umum, dapat dikatakan bahwa pH limbah cair domestik adalah mendekati netral. (Soeparman,Suparmin. 2002 : 27)

3. *Biochemical Oxigan Demand* (BOD)

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. (Sugiharto, 2014 : 6)

BOD juga merupakan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa-senyawa kimia. Nilai BOD bermanfaat untuk mengetahui apakah air limbah tersebut mengalami biodegradasi atau tidak, yakni dengan membuat perbandingan antara nilai BOD dan COD. Oksidasi berjalan sangat lambat dan secara teoritis memerlukan waktu yang tak terbatas. Dalam waktu 5 hari (BOD_5), oksidasi organik karbon akan mencapai 60%-70% dan dalam waktu 20 hari akan mencapai 95%. (Sakti A.Siregar, 2005 : 22)

4. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter (mg/L) yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi. (Sugiharto, 2014 : 6)

Nilai COD akan selalu besar dari pada BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia dari pada biologi. Pengukuran COD membutuhkan waktu yang lebih cepat, yakni dapat dilakukan selama tiga jam, sedangkan pengukuran BOD dan COD paling tidak sudah diketahui, kondisi air limbah dapat diketahui. (Sakti A. Siregar, 2005 : 23)

5. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai: molekul, yang terionkan atau bentuk mikroganula (sol koloida) yang terperangkap. Secara umum definisi operasionalnya adalah bahwa zat padat harus cukup kecil untuk lolos dari penyaringan melalui saringan berukuran 2 μm (mikrometer). Total zat padat terlarut secara normal hanya dibahas untuk sistem air tawar, karena salinitas meliputi sebagaia dari ion-ionmyang merupakan definisi dari TDS. Aplikasi dasra dari TDS iaah studi mengenai mutu air untuk aliran, sungai, dan danau, meskipun TDS secara umum tidak dianggap sebagai suatu zat cemar yang utama (misalnya, TDS tidak dianggap terkait dengan efek kesehatan) TDS digunakan sebagai satu petunjuk estetika air minum karakteristik air minum dan sebagai suatu indicator agregat dari adanya pengukuran yang luas kontamian-kontaminan zat kimia

6. *Total Suspended Solid (TSS)*

TSS adalah jumlah berat dalam milligram per liter (mg/l) kering lumpur yang ada didalam iar limbah setelah mengalami penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 mikron. (Sugiharto,2014 : 7-8)

7. Minyak dan Lemak

Minyak dan Lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak di dapat di dalam air limbah. Kandungan zat minyak dan lemak dapat ditentukan melalui contoh air limbah dengan heksana. Minyak dan Lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak tergolong pada bahan organik yang tetap dan tidak mudah untuk di uraikan oleh bakteri. Terbentuknya emulsi air dalam minyak akan membuat lapisan yang menutupi permukaan air dan dapat merugikan, karena penetrasi sinar matahari ke dalam air berkurang serta lapisan minyak menghambat pengambilan oksigen dari udara menurun. Untuk air sungai kadar maksimum minyak dan lemak 1 mg/l. Minyak dapat sampai ke saluran limbah, sebagian besar minyak ini mengapung di dalam air limbah, akan tetapi ada juga yang mengendap terbawa oleh lumpur. Sebagai petunjuk dalam mengolah air limbah, maka efek buruk yang dapat menimbulkan permasalahan pada dua hal yaitu pada saluran air limbah dan pada bangunan pengolahan. (Sugiharto, 1987).

F. Dampak Buruk Air Limbah

Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak buruk bagi mahluk hidup dan lingkungan. Beberapa dampak buruk tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Gangguan Kesehatan

- a. *Cholera* adalah penyakit usus halus yang akut dan bersifat yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholera*.

- b. *Typhus abdominalis* adalah penyakit yang menyerang usus halus yang disebabkan bakteri *salmonella typhi*.
- c. Hepatitis A disebabkan oleh virus hepatitis A.
- d. *Dysentrie amoba* disebabkan oleh protozoa bernama *Entamoeba histolytica*.

2. Penurunan Kualitas Lingkungan

Bahan organik yang terdapat dalam air limbah jika dibuang langsung ke sungai dapat menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen yang terlarut di dalam sungai tersebut.

Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangannya.

3. Gangguan Terhadap Keindahan

Air Limbah yang mengandung pigmen warna yang dapat menimbulkan perubahan warna pada badan air penerima. Walaupun pigmen tersebut tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, tapi terjadi gangguan keindahan terhadap badan air penerima tersebut.

4. Gangguan Kerusakan Benda

Ada kalanya air limbah mengandung zat-zat yang dapat dikonversi oleh bakteri anaerobic menjadi gas yang agresif seperti H_2C . Gas ini dapat memperlambat proses perkaratan pada benda yang terbuat dari besi dan bangunan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya air tersebut maka biaya pemeliharaannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material.

G. Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL)

1. Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL)

Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) (*wastewater treatment plant*, WWTP), adalah sebuah struktur yang dirancang untuk membuang limbah biologis dan kimiawi dari air sehingga memungkinkan air tersebut untuk digunakan pada aktivitas yang lain. IPAL merupakan suatu perangkat peralatan teknik beserta perlengkapannya yang memproses / mengolah cairan sisa proses produksi pabrik, sehingga cairan tersebut layak dibuang ke lingkungan yang bertujuan untuk menyaring dan memberihkan air yang sudah tercemar dari baik domestik maupun bahan kimia industri.

IPAL bermanfaat bagi manusia makhluk hidup lainnya, antara lain:

- a. Mengolah Air Limbah domestik atau industri, agar air tersebut dapat digunakan kembali sesuai kebutuhan masing-masing.
- b. Agar air limbah yang akan di alirkan kesungai tidak tercemar.
- c. Agar Biota-biota yang ada di sungai tidak mati.

2. Tahapan Pengolahan Limbah Cair

Tujuan utama pengolahan limbah cair konvensional adalah mengurangi kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Suspended solid* (SS), dan organisme patogen. Selain tujuan diatas, pengolahan limbah cair dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan nutrient, bahan kimia beracun, senyawa yang tidak dapat diuraikan secara biologis (non biodegradable), dan padatan terlarut.

Proses pengolahan limbah cair umumnya dibagi menjadi empat kelompok yaitu:

a. Pengolahan Pendahuluan

Pengolahan Pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung. Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan adalah:

- 1) Saringan (*Bar Screen/Bar Racks*)
- 2) Pencacahan (*Comminutor*)
- 3) Bak Perangkap Pasir (*Grit Chamber*)
- 4) Penangkap Lemak Minyak (*Skimmer And Grease Trap*)
- 5) Bak Penyetaraan (*Equalization Basin*)

b. Pengolahan tahap kedua

Pengolahan tahap kedua berupa aplikasi proses biologis yang bertujuan untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis. Proses biologis dipilih didasarkan atas pertimbangan kuantitas limbah cair yang masuk unit pengolahan, kemampuan penguraian zat organik yang ada pada limbah tersebut (*biodegradability of waste*), serta tersedianya lahan. Pada unit ini diperkirakan terjadi pengurangan kandungan BOD dalam rentang 35-95% bergantung pada kapasitas unit pengolahannya. Pengolahan tahap kedua yang menggunakan *high-rate treatment* mampu menurunkan BOD dengan efisiensi berkisar 50-85%. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap kedua berupa saringan tetes (*tricking filters*), unit lumpur aktif, kolam stabilisasi, bak *an-aerob* dan *aerob*.

c. Pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan

Beberapa standar efluen membutuhkan pengolahan tahap ketiga atau pengolahan lanjutan untuk menghilangkan kontaminan tertentu ataupun menyiapkan limbah cair tersebut untuk dimanfaatkan kembali. Pengolahan pada tahap ini lebih difungsikan sebagai upaya peningkatan kualitas limbah cair pada pengolahan tahap kedua agar dapat dibuang ke badan air penerima dan penggunaan kembali effluen tersebut.

Pengolahan tahap ketiga, disamping masih dibutuhkan untuk menurunkan BOD, juga dimaksudkan untuk menghilangkan senyawa fosfor dengan bahan kimia sebagai koagulan, menghilangkan senyawa nitrogen melalui proses ammonia stripping menggunakan udara atau nitrifikasi-denitrifikasi dengan memanfaatkan reaktor biologis, menghilangkan sisa bahan organik dan senyawa warna melalui absorpsi menggunakan karbon aktif, menghilangkan padatan terlarut melalui proses pertukaran ion, osmosis baik maupun osmosis dialisis. Unit yang biasa digunakan pada pengolahan tahap ketiga berupa pengendap akhir dan bak klorinasi. (Soeparman, Soeparmin, 2002 : 106-10)

3. Alternatif Pengolahan Limbah Cair

Berikut ini adalah macam-macam sistem limbah cair Rumah Sakit yaitu :

a. Pengolahan Sekunder dengan *Activated Sludge* (Lumpur Aktif)

Pengolahan Sekunder dengan *Activated Sludge* (Lumpur Aktif) ini cocok untuk rumah sakit dengan kapasitas yang besar. Karena diterapkan untuk rumah sakit dengan kapasitas kecil, teknologi ini kurang ekonomis karena biaya yang diperlukan cukup besar.

Prinsip Kerja :

- 1) Penguraian secara biologis pada tangki aerasi, priode tinggal kurang lebih 6-8 jam.
- 2) Limbah di airkan ke tangki sedimentasi lalu didiamkan, diharapkan lumpur mengendap (kurang lebih 1-2 jam) sehingga air yang dihasilkan cukup jernih

Dapat ditambahkan saringan pasir (*opotional*) setelah melewati tangki sedimentasi. Kemampuan menurunkan BOD 90-95%. Lumpur yang terjadi sebagian masuk kembali ke tangki aerasi dan sebagian ketempat proses pelumatan. Bila BOD meningkat, maka dilakukan *extended aeration* (kurang lebih sampai 12-18 jam) dengan kapasitas removal 99% . Mikroorganismemikroorganism (terutama protozoa, kista, bakteri, virus, telur cacing,) berkurang sekitar 60-80%. Prosesnya terjadi karena mengendap dalam lumpur dengan *extende aeration* mikroorganismenurun sampai 90%. Kunggulan proses ini adalah kemampuan penurunan BOD yang besar sehingga tidak memerlukan tempat besar. Proses inin cocok untuk mengolah air limbah dalam jumlah besar, Sementara itu, kelemahannya adalah kemungkinan dapat terjadi bulking pada lumpur aktifnya, terjadi buih, serta jumah lumpur yang dihasilkan cukup besar.

b. Kolam oxydasi (oxydation pond)

Prinsip Kerja :

- 1) Penguraian secara biologis oleh bakteri, sinar matahari mengaktifkan cholorrofil algae, menghasilkan O_2
- 2) O_2 yang dihasilkan dipakai oleh bakteri (untuk tumbuh, bergerak, berkembang baik). Bila O_2 yang dihasilkan tidak mencukupi maka diberi O_2 melalui pipa/paralon dari kompresor udara (seperti aquarium) bila kolam berlangsung baik, tidak ada bau.

BOD pada kolam 1 akan berkurang sekitar 60-65%, jadi BOD pada outlet menurun menjadi sekitar 60-65%. Mikroorganisme juga berkurang antara inlet dan outlet.

c. Pengelolaan Limbah Cair dengan menggunakan sistem septiktank

Secara umum septiktank digunakan untuk melindungi daya absorpsi tanah, dan secara khusus yakni : solid removal (penghilang bahan-bahan padat), pengolahan biologis secara *anaerob* perlu waktu (periode tinggal) 2-3 hari, suasana anaerobik ini dipertahankan oleh scum (lapisan scum).

Prinsip Kerja :

Limbah (bahan-bahan organik) diolah pada keadaan anaerobik sehingga air yang keluar kandungan bahan-bahan padatnya sudah jauh berkurang. Gas yang dihasilkan keluar melalui ventilasi (NH_3 , CH_4 , H_2S). Akan terdapat perbedaan antar BOD pada inlet dan outlet, sedangkan mikroorganisme yang ada akan terbawa mengendap dan terabsorpsi penguraian. Sisanya keluar pada outlet, yang masih ada mikroorganisme patogen, masuk ke resapan dan resapan mikroorganisme tersebut mati secara alamiah (terlokalisasi). Pengurasan septic tank biasanya 3-4 tahun, dimana saat itu scum menjadi rusak. (Adisasmito, 2009 :147-149)

Tangki septik jenis ini dikembangkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) (Said, 1999, hlm. 137). Alat ini digunakan untuk mengolah limbah cair rumah tangga skala-skala individual. Prinsip kerja tangki septik dengan *filter "up flow"* ini pada dasarnya sama dengan tangki septik biasa, yakni terdiri dari bak pengendap, penguraian zat organik dalam limbah cair atau tinja dilakukan oleh bakteri anaerobik.

Bak pengendap terdiri dari dua ruangan, yang pertama berisi sebagai bak pengendap pertama, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Sedangkan ruang kedua berfungsi sebagai pengendap kedua dan penampung lumpur yang tidak terendapkan di bak pertama luapan air dari bak pengendap dialirkan ke media filter dengan arah aliran dari bawah ke atas.

Penelitian penggunaan alat ini menunjukkan bahwa dengan debit limbah cair rumah tangga sebesar 1-1,5 m³/hari dan total volume efektif kerikil 1.062 m³ dapat mengurangi kadar BOD, COD, TSS dan bakteri coli sekitar 80%. Sedangkan efisiensi penghilang deterjen (MBAS) dan total nitrogen sekitar 53%. (Said, 1999, hlm.143).

d. Proses *Biofilter Anaerob-Aerob*

Proses penolakan ini merupakan pengembangan proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan terdiri dari beberapa bagian, yakni bak pengendap awal, biofilter anaerob (anoxic), biofilter anaerob, bak pengendap akhir dan jika perlu dilengkapi akhir dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontak klor. BPPT (Said, 1999, hlm.187) telah melaksanakan uji coba alat ini untuk mengolah limbah cair untuk rumah sakit, baik limbah cair secara umum maupun limbah klinisnya.

Pada tahap awal limbah cair masuk pada bak kontrol, selanjutnya dialirkan ke bak pengurai anaerob dibagi menjadi tiga ruangan, yakni bak pengendap atau bak pengurai awal, biofilter anaerob serta bak stabilitas. Selanjutnya, dari bak stabilisasi limbah cair dialirkan ke unit pengolahan selanjutnya yang terdiri dari beberapa ruangan yang berisi media untuk pembiakan mikroorganisme yang akan menguraikan senyawa polutan. Pada

rangkaian akhir pengolahan limbah cair dialirkan ke bak klorinasi dan selanjutnya dapat dibuang ke badan air penerima. Hasil uji coba prototipe alat ini dengan debit limbah cair rumah sakit sebesar 10-15 m³/hari (setara rumah sakit dengan kapasitas 30-50 tempat tidur), menunjukkan kemampuan penurunan yang sangat baik dari beberapa parameter limbah cair seperti BOD, COD, TSS, NH₃, dan deterjen. (Soeparman, Suparmin, 2002, 130-132)

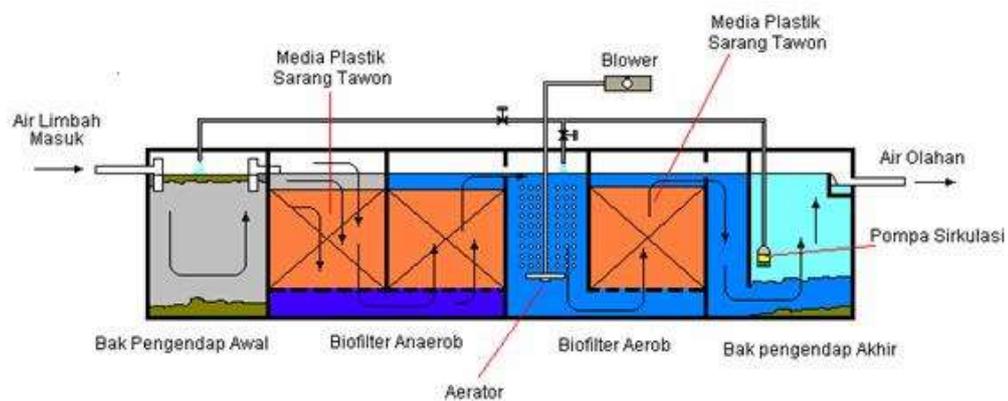
4. Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Pelayanan Kesehatan

a. Pengolahan Air Limbah Proses Biofilter Anaerob Aerob

Proses Biofilter Anaerob Aerob Pengolahan air limbah dengan proses Biofilter Anaerob-Aerob adalah proses pengolahan air limbah dengan cara menggabungkan proses biofilter anaerob dan proses biofilter anaerob. Dengan menggunakan proses biofilter anaerob, polutan organik yang ada di dalam air limbah akan terurai menjadi gas karbon dioksida dan metan tanpa menggunakan energi (blower udara), tetapi amoniak dan gas hidrogen sulfida (H₂S) tidak hilang. Oleh karena itu jika hanya menggunakan proses biofilter anaerob saja hanya dapat menurunkan polutan organik (BOD, COD) dan padatan tersuspensi (TSS). Agar supaya hasil air olahan dapat memenuhi baku mutu maka air olahan dari proses biofilter anaerob selanjutnya diproses menggunakan biofilter aerob. Dengan proses biofilter aerob polutan organik yang masih tersisa akan terurai menjadi gas karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O), amoniak akan teroksidasi menjadi nitrit selanjutnya akan menjadi nitrat, sedangkan gas H₂S (Hidrogen Sulfida) akan diubah menjadi sulfat.

Seluruh air limbah dialirkan masuk ke bak pengumpul atau bak ekualisasi, selanjutnya dari bak ekualisasi air limbah dipompa ke bak pengendap

awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur. Skema proses pengolahan air limbah dengan sistem *biofilter anaerob-aerob* dapat dilihat pada Gambar 1. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor *Biofilter Anaerob*.

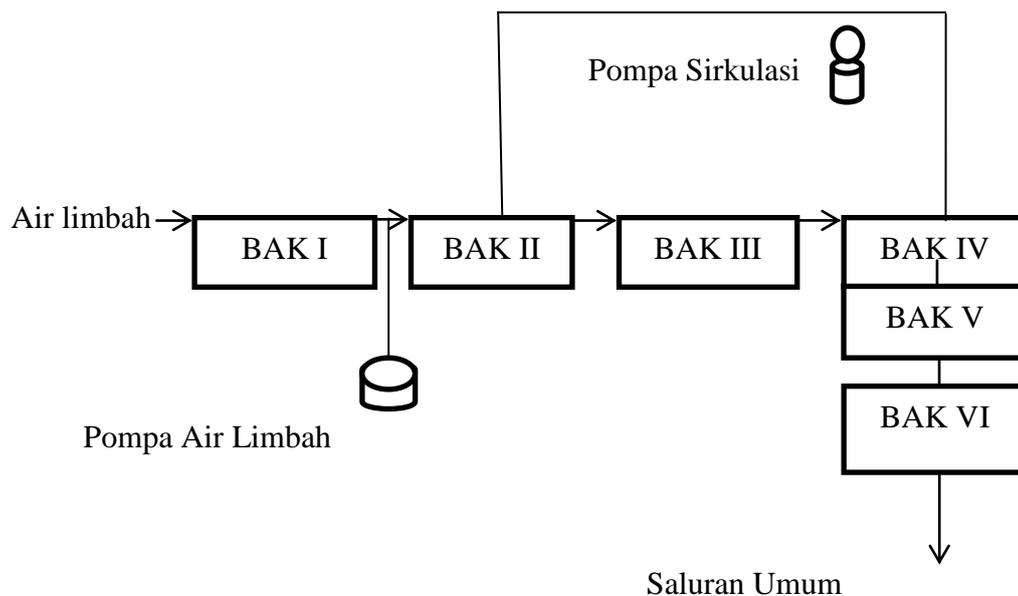


Gambar 2.1

Diagram Proses *Biofilter Anaerob-Aerob*

Di dalam reaktor *Biofilter Anaerob* tersebut diisi dengan media dari bahan plastik tipe saran tawon. Reaktor *Biofilter* terdiri dari dua buah ruangan. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri *anaerobik* atau fakultatif *aerobik*. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.

Seluruh air limbah dikumpulkan dan dialirkan ke bak penampung atau bak ekualisasi, selanjutnya di pompa ke bak pengendap awal. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke reaktor anaerob. Didalam reaktor Anaerob tersebut diisi dengan media dengan bahan plastik berbentuk sarang tawon. Jumlah reaktor anaerob ini bisa dibuat lebih dari satu sesuai kualitas dan jumlah air dilakukan oleh bakteri Anaerob atau Facultatif Aerobik. Setelah beberapa hari operasi, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap.



Gambar 2.2

Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem *Biofilter Anaerob Aerob*

Keterangan :

1. BAK I = Bak Ekualisasi
2. BAK II = Bak Pengendap Awal
3. BAK III = Bak Anaerob

4. BAK IV = Bak Aerob
 5. BAK V = Bak Pengendap
 6. BAK VI = Bak Kontrol
- b. Keunggulan dengan Proses Biofilter “*Anaerob Aerob*”

Beberapa keunggulan proses pengolahan air limbah dengan biofilter anaerob-aerob antara lain yakni :

- 1) Pengelolaannya sangat mudah.
- 2) Tidak perlu lahan luas.
- 3) Biaya operasinya rendah.
- 4) Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang dihasilkan eutrofikasi. Suplai udara untuk aerasi relatif kecil.
- 5) Dapat digunakan untuk air limbah dengan beban BOD yang cukup besar.
- 6) Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS) dengan baik.

c. Unit Pengumpul Air Limbah

- 1) Jaringan Pengumpul Air Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari berbagai sumber. Limbah cair / air limbah yang dikeluarkan oleh fasilitas pelayanan kesehatan bersumber dari hasil berbagai macam kegiatan antara lain kegiatan dapur, laundry, rawat inap, ruang operasi, kantor, laboratorium, air limpasan tangki septik, air hujan dan lainnya. Pada dasarnya pengelolaan limbah cair / air limbah fasilitas kesehatan disesuaikan dengan sumber serta karakteristik limbahnya. Untuk limbah cair/ air limbah yang berasal dari dapur, laundry, kantor, ruang rawat inap, ruang operasi, air limpasan tangki septik umumnya

mengandung polutan senyawa organik yang cukup tinggi sehingga proses pengolahannya dapat dilakukan dengan proses biologis.

Untuk limbah cair / air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat yang mana bila air limbah itu di alirkan kedalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan cara gravitasi, dengan cara pemompaan atau dengan kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan. Sistem pembuangan air limbah dari dalam bangunan dapat dilakukan dengan dua cara yakni:

- a) Sistem campuran yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan kedalam suatu saluran.
- b) Sistem terpisah yaitu sistem pembuangan, dimana air limbah dan air bekas masing-masing dikumpulkan dan dialirkan secara terpisah.

Sistem pembuangan air limbah disambungkan ke IPAL, dan sistem pembuangan air bekas disambungkannya ke riol umum bila dimungkinkan. Cara pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan menerapkan cara yakni :

- a) Sistem gravitasi, sistem ini dapat digunakan untuk mengalirkan air limbah dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran IPAL atau saluran umum yang letaknya lebih rendah.
- b) Sistem bertekanan, bila IPAL letaknya lebih tinggi dari letak saluran pembuangan air limbah, dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampungan atau bak kontrol kemudian dipompakan ke IPAL.

2) Bak Kontrol

- a) Limbah akan mengendap pada dasar dari dinding pipa pembuangan setelah digunakan untuk jangka waktu lama. Disamping itu kadang-kadang ada benda kecil yang sengaja atau tidak jatuh dan masuk kedalam pipa. Semua itu akan menyebabkan tersumbatnya pipa, sehingga perlu dilakukan tindakan pengamanan.
- b) Pada saluran pembuangan di halaman perlu dipasang bak kontrol.
- c) Untuk pipa yang ditanam dalam tanah, bak kontrol yang lebih besar akan memudahkan pekerjaan pembersihan pipa. Penutup bak kontrol harus rapat agar tidak membocorkan gas dan bau dari dalam pipa pembuangan.

3) Bak Pengumpul Air Limbah

Jika sumber limbah terpecah-pecah dan tidak memungkinkan untuk dialirkan secara gravitasi maka pengumpulan air limbah dari sumber yang berdekatan dapat dikumpulkan terlebih dahulu ke dalam suatu bak pengumpul, selanjutnya di pompa ke bak pemisah minyak/Lemak atau bak ekualisasi. Bak pengumpul dapat juga berfungsi untuk memisahkan pasir atau lemak serta kotoran padatan yang dapat menyebabkan hambatan terhadap kinerja pompa.

4) Bak Saringan (*Screen Chamber*)

Di dalam proses pengolahan air limbah, *screening* (saringan) atau saringan dilakukan pada tahap yang paling awal. Saringan untuk penggunaan umum (*general purpose screen*) dapat digunakan untuk memisahkan bermacam-macam benda padat yang ada di dalam air limbah, misalnya kertas, plastik, kain, kayu dan benda dari metal serta lainnya. Benda-benda tersebut jika tidak dipisahkan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur (*sludge removal equipment*) misalnya weir, blok valve,

nozle, saluran serta perpipaan. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah yang serius terhadap operasional maupun pemeliharaan peralatan. Saringan yang halus kadang-kadang dapat juga digunakan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Screen chamber terdiri dari saluran empat persegi panjang, dasar salurannya biasanya 7-15 cm lebih rendah dari saluran inlet (incomin sewer). Screen chamber harus dirancang sedemikian rupa agar tidak terjadi akumulasi pasir (*grit*) atau material yang berat lainnya di dalam bak. Jumlah bak minimal 2 buah untuk instalasi dengan kapasitas yang besar.

5) Bak Pemisah Lemak (*Grease Removal*)

Minyak atau lemak merupakan penyumbang poluta organik yang cukup besar. Oleh karena itu air limbah yang mengandung minyak atau lemak yang tinggi misalnya yang berasal dari dapur atau kantin perlu lemak yang tinggi misalnya air limbah yang berasal dari dapur atau kantin perlu dipisahkan terlebih dahulu agar beban pengolahan di dalam unit IPAL berkurang. Minyak atau lemak yang cukup tinggi di dala air limbah dapat menghambat transfer oksigen di dala bak aerasi yang dapat menyebabkan kinerja IPAL kurang maksimal.

6) Bak Ekualisasi

Untuk proses pengolahan air limbah rumah sakit atau layana kesehatan, jumlah ar limbah maupun konesentrasi polutan organik sangat berfulktuasi. Hal ini dapat menyebabkan proses pengolahan air limbh tidak dapat berjalan dengan sempurna. Untuk mengatasi hal tersebut yang paling mudah adalah dengan melengkapi unit bak ekualisasi. Bak ekualisasi ini berfungsi untuk mengatur debit air limbah yangakan diolah serta untuk menyeragamkan

konsentrasi zat pencemaran agar hogen dan proses pengolahan air limbah dapat berjalan dengan stabil.

Selain itu juga dapat digunakan sebagai bak aerasi awal pada saat terjadi beban yang besar secara tiba-tiba (*shock load*). Waktu tinggal di dalam bak ekualisasi umumnya berkisar antara 6-10 jam. Untuk menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Volume Bak Ekualisasi (m^3)

$$= \text{Waktu Tinggal (jam)} \times \text{Debit Air Limbah (m}^3/\text{jam)}.$$

7) Pompa Air Limbah

Ada dua tipe pompa air limbah yang sering digunakan untuk pengolahan yaitu tipe pompa celup atau benam (*submersible pump*) dan pompa sentrifugal. Pompa celup atau benam umumnya di gunakan untuk mengalirkan air limbah dengan head yang tidak terlalu besar, sedangkan head yang besar digunakan pompa sentrifugal.

8) Bak Pengendapan Awal

Bak pengendap awal berfungsi untuk mengendapkan atau menghilangkan kotoran padatan yang tersuspensi yang berada di air limbah. Kotoran atau polutan yang berupa padatan yang tersuspensi misalnya lumpur anorganik seperti tanah akan mengendap di bagian dasar bak pengendap. Kotoran padatan tersebut terutama berupa lumpur anorganik tidak dapat terurai secara biologis, dan jika tidak dihilangkan atau di endapkan akan menempel pada permukaan media biofilter sehingga menghambat transfer oksigen kedalam lapisan biofilm, dan berdampak pada penurunan efisiensi pengolahan.

Bak pengendap awal dapat berbentuk segi empat tau lingkaran. Pada bak ini aliran limbah di buat agar sangat tenang untuk memberi kesempatan suspesin untuk mengendap. Kriteria-kriteria untuk menentukan ukuran bak pengendap antara lain waktu tinggal hidrolis, beban permukaan (surface loading), dan keadalaman bak.

1. Waktu tinggal hidrolis (hydraulic retention volume, WTH) adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bak dengan kecepatan seragam yang sama dengan aliran rata-rata perhari
2. Waktu tinggal dihitung dengan membagi volume bak dengan laju air masuk, satuannya jam. Nilai waktu tinggal adalah

$$T = 24 V/Q$$

Dimana :

T = waktu tinggal (jam)

V = volume bak (m³)

Q = laju rata-rata harian (m³/per hari)

Beban permukaan (*surface loading*), sama dengan laju alir (debit volume) rata-rata per hari dibagi luas permukaan bak, satuannya m³ per meter persegi per hari.

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

Dimana :

V_o = laju limpahan/ beban permukaan (m³/m²)

Q = aliran rata-rata harian, m³ per hari

A = total luas permukaan (m²)

Bak pengendap awal atau primer yakni bak pengendap tanpa bahan kimia yang digunakan untuk memisahkan atau mengendapkan padatan organik atau anorganik yang tersuspensi di dalam air limbah. Umumnya dipasang sebelum proses pengolahan sekunder atau proses pengolahan secara biologis.

9) Reaktor *Biofilter Anaerob*

Di dalam proses pengolahan air limbah dengan sistem anaerob aerob biofilter, kolam anaerob merupakan unit yang mana didalamnya terjadi proses penguraian air limbah secara anaerob oleh bakteri anaerob. Di dalam proses pengolahan air limbah secara anaerob, akan dihasilkan gas metana, amoniak dan gas H_2S yang menyebabkan bau busuk. Oleh karena itu untuk pengolahan air limbah rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan unit reaktor biofilter anaerob dibuat tertutup dan dilengkapi dengan pipa pengeluaran gas dan jika perlu dilengkapi dengan filter penghilang bau.

Reaktor biofilter dapat dibuat dari bahan beton bertulang, bahan plat baja maupun dari bahan fiber reinforced plastic (FRP). Untuk reaktor biofilter dengan kapasitas yang besar umumnya dibuat dari bahan beton bertulang, sedangkan untuk kapasitas kecil atau sedang umumnya dibuat dari bahan FRP atau plat yang dilapisi dengan bahan anti karat.

10) Reaktor biofilter aerob

Didalam proses pengolahan air limbah dengan sistem biofilter anaerob, aerob, reaktor biofilter aerobik merupakan unit proses yang dipasang setelah biofilter anaerob. Konstruksi reaktor aerob pada dasarnya sama dengan reaktor biofilter anaerob. Perbedaannya adalah didalam reaktor biofilter aerob dilengkapi dengan proses aerasi. Proses aerasi pada umumnya dilakukan dengan

menghembuskan udara melalui diffuser dengan menggunakan blower udara. Didalam reactor biofilter terjadi kondisi aerobik sehingga polutan organik yang masih belum terurai didalam reactor biofilter anaerob akan diuraikan menjadi karbondioksida dan air. Sedangkan amoniak atau ammonium yang terjadi pada proses biofilter anaerob akan dioksidasi (proses nitrifikasi) akan di ubah menjadi nitrit ($\text{NH}_4^+ \text{NO}_3$) selain itu gas H_2S yang terbentuk akibat proses anaerob akan diubah menjadi sulfat (SO_4) oleh bakteri sulfat yang ada di dalam biofilter aerob. Konstruksi reactor biofilter aerob dapat di buat dari beton bertulang atau dari plat baja atau bahan lainnya. Bentuk kolom tersebut dapat berbentuk tabung atau persegi. Di dalam kolam tersebut di lengkapi peralatan pemasok udara.

11) Bak Penghadap Akhir

Lapisan biofilm yang ada reactor biofilter aerob dikemungkinan dapat terlepas dan dapat menyebabkan air olahan menjadi keruh. Untuk mengatasi hal tersebut didalam system biofilter anaerob-aerob, air limpasan dari reactor biofilter aerob di alirkan ke bak penghadap akhir. Bak penghadap akhir berfungsi untuk memisahkan atau mengendapkan kotoran padatan tersuspensi (TSS) yang ada didalam air limbah agar air olahan ipal menjadi jernih. Waktu tinggal hidrolis didalam bak penghadap akhir umumnya 2 – 4 jam. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, lumpur yang berasal dari biofilter anaerob-aerob lebih sedikit dan lebih mudah mengendap karena ukurannya lebih besar dan berat. Air limpasan (over flow) dari bak penghadap ahir relative jernih, selanjutnya dialirkan ke bak biokontrol kloriniasi

12) Peralatan Pemasok Udara

Didalam proses pengolahan air limbah dengan system anaerobic-aerobik biofilter, haru dilengkapi dengan peralatan pemasok udara atau oksigen untuk proses aerasi didalam kolam aerobic biofilter. Sistem aerasai dapat dengan menggunakan biofilter dan diffuser atau dengan system aerasi mekanik misalnya dengan aerator permukaan.

13) Bak Bio Kontrol

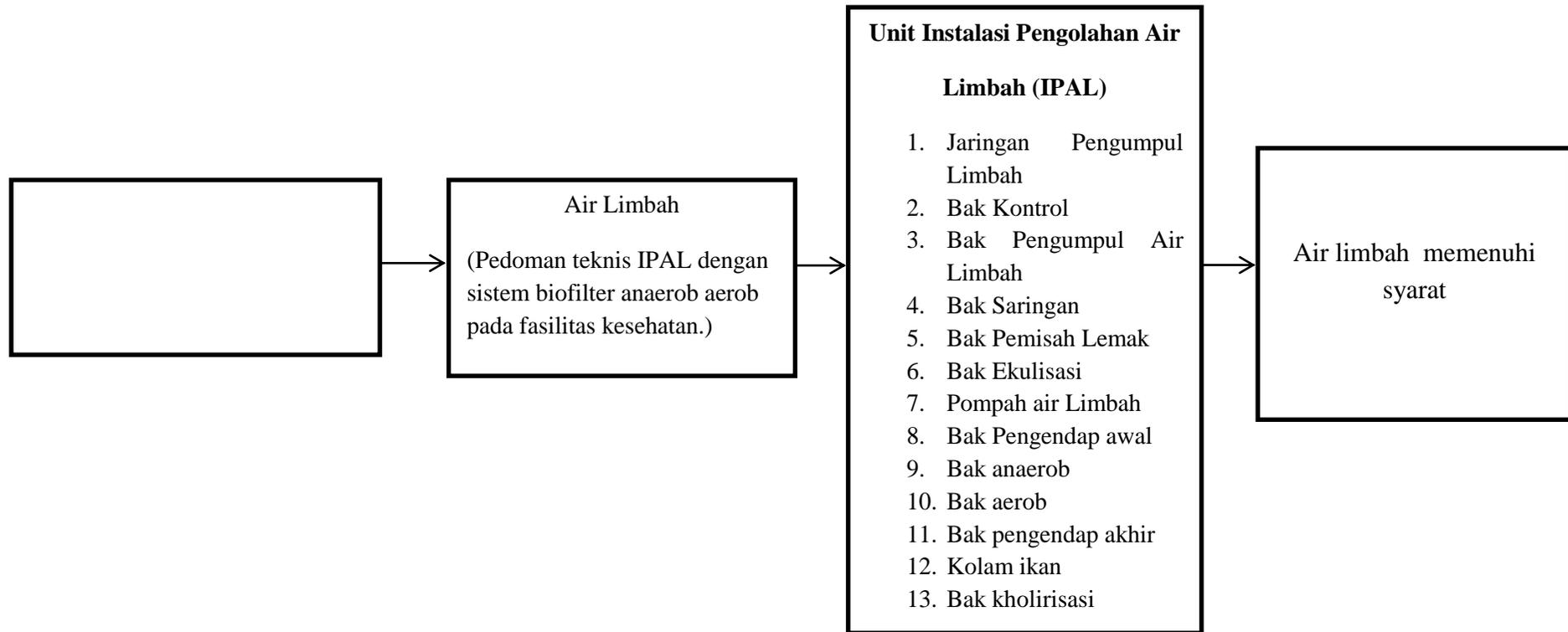
Bak bio control adalah bak control kualitas air secara alami menggunakan indicator bio gas didalam bak biokontrol biasanya di berikan beberapa ikan mas atau ikan yang hidup di air bersih. Bak bio kontro ini berfungsi untuk megetahui cara cepat apakah air hasil olahan ipal cukup baik atau belum. Jika ikan yang ada di didalam bak hidup berarti air olahan ipal relative baik dan jika ikan yang ada di dalam bak biokontrol mati berarti air hasil pengolahan ipal buruk. Meskipun ikan didalam bak biokontrol hidup belum berarti memenuhi hasil baku mutu. Untuk mengetahui apakah air sudah memenuhi baku mutu atau belum harus 69 analisa di laboratorium

14) Bak khlorinasi

Fungsi bak khlorinasi adalah untuk megontaktan senyawa desifektan deangan air limbah untuk mengubah mikroorganisme pathogen didalam air limbaj. Senyawa desinfektan yang sering digunakan adalah senyawa klorin misalnya kalsium hipoklorit atau natrium hipoklorit. Waktu kontak atau waktu tinggal didalam bak khloriniasi berkisar dianantara 10 -15 menit.

- d. Rancangan lokasi (site plan) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) system biofilter anaerob aerob
- 1) Lokasi IPAL sebaiknya berada
 - a) Tidak terlalu jauh dari sumber/asal air limbahnya.
 - b) Tidak mengganggu lingkungan, baik dari segi pandangan maupun dari segi kemungkinan bau.
 - c) Tidak jauh dari saluran pembuangan lingkungan
 - 2) Posisi bangunan IPAL, dapat berada:
 - a) Diatas tanah
 - b) Di bawah tanah (misalnya di bawah halaman parker, di bawah taman penghijauan)
 - c) Di dalam bangunan (bersemen)

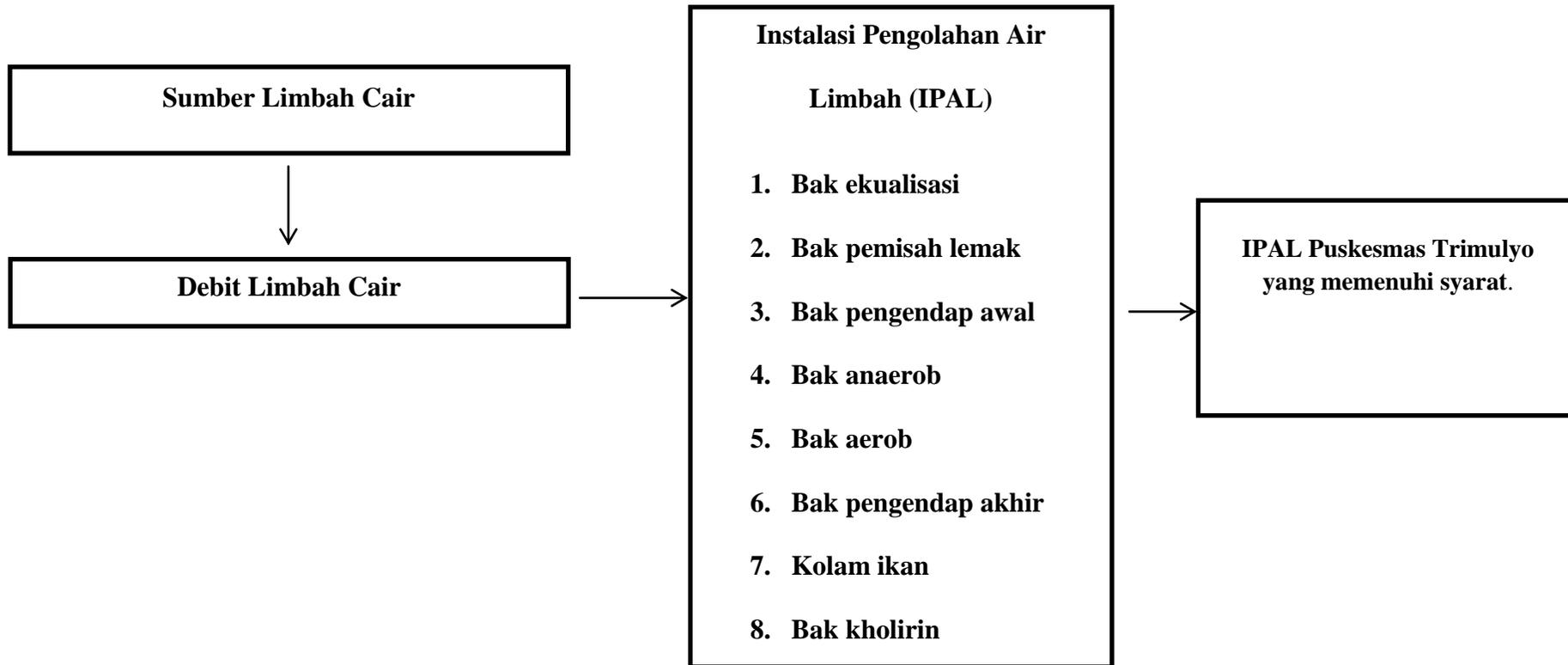
H. Kerangka Teori



Sumber: Dirjen Bina Upaya Kesehatan, Kemenkes RI.2011

Gambar 2.3

I. Kerangka Konsep



Gambar 2.4

J. Definisi Operasional

No.	Variabel	Pengertian	Cara ukur	Alat ukur
1.	Sumber Limbah	Sumber limbah adalah suatu tempat atau lokasi kegiatannya menghasilkan limbah.	Obsevasi	Cheklis
2.	Debit Limbah Cair	Debit merupakan banyaknya jumlah air yang mengalir pada suatu saluran dalam satuan waktu	Jumlah debit = jumlah pengunjung x kebutuhan air perorang/hari	Rumus
3.	Menghitung Bak	Menghitung volume Bak Bak ekualisasi, Bak pemisah lemak, Bak pengendap awal, Bak anaerob, Bak aerob, Bak pengendap akhir, Bak kholirin	Perhitungan	Rumus